

Laivapolttoaineen rikkipitoisuus vuonna 2015

**Selvitys IMO:n uusien määräysten
vaikutuksesta kuljetuskustannuksiin**

Tekijät (toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisun laji	
Juha Kalli, Tapio Karvonen ja Teemu Makkonen		Tutkimusraportti	
Turun yliopisto/Merenkulkualan koulutus- ja		Toimeksiantaja	
tutkimuskeskus		Liikenne- ja viestintäministeriö	
Julkaisun nimi		Toimielimen asettamispäivämäärä	
Laivapolttoaineen rikkipitoisuus vuonna 2015. Selvitys IMO:n uusien määräysten vaikutuksesta kuljetuskustannuksiin			
Tiivistelmä			
<p>Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n meriympäristön suojelukomitea hyväksyi yksimielisesti 9.10.2008 MARPOL 73/78 -yleissopimuksen uudistetun ilmansuojeluliitteen (VI), jolla rajoitetaan alusliikenteen typenoksidi- ja rikkioksidipäästöjä. Vähärikkinen polttoaine vähentää myös laivaliikenteestä aiheutuvia hiukkaspäästöjä. Uusi liite tulee voimaan 1.7.2010. Uusilla säännöillä vähennetään päästöjen haitallisia vaikutuksia ihmisen terveydelle ja meriympäristölle sekä lisätään merenkulun turvallisuutta. Laivojen käyttämän polttoaineen korkein sallittu rikkipitoisuus laskee maailmanlaajuisesti 1.1.2012 alkaen 4,5 prosentista 3,5 prosenttiin ja 1.1.2020 alkaen 0,5 prosenttiin. Rikkipitoisuusmääräykset ”rikkipäästöjen kontrollialueilla” (SECA), jotka nykyään käsittävät Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin, laskevat 1.7.2010 alkaen 1,5 prosentista 1,0 prosenttiin sekä 1.1.2015 alkaen 0,1 prosenttiin. Rikkipesureiden käyttö on edelleen sallittua, joten rikkipesurein varustetuissa aluksissa voidaan käyttää myös nykyään käytössä olevia polttoainelaatuja.</p> <p>Raskaiden polttoöljylaatujen käytöstä joudutaan IMO:n asiantuntijaselvityksen mukaan pääosin luopumaan, kun polttoaineen rikkipitoisuusraja on alle 1 prosenttia. Vähärikkisiin ja siten puhtaampiin polttoaineisiin (meridiesel ja merikaasuöljy) siirtyminen nostaa polttoainekuluja huomattavasti, koska puhtaampien laatujen valmistaminen on kalliimpaa kuin raskaiden polttoöljylaatujen valmistaminen. Polttoaineiden tulevan hintakehityksen ennusteisiin on syytä suhtautua varauksella, koska polttoaineen hintaan vaikuttavia muuttujia on todella paljon.</p> <p>Selvityksessä luodun laskentamallin mukaan Suomen ulkomaankaupan kuljetuksia hoitavien laivojen polttoainekulutuksen arvioidaan olevan 1,8 milj.–2,6 milj. tonnia/vuosi. Tulevaisuuden polttoaineen hintaa on vaikea arvioida ja vaikutusten arviointiin liittyy suuria epävarmuustekijöitä. Selvityksen kahden polttoainekulutusskenaarion perusteella lisäkustannusten vaihteluväli olisi 200 milj.–1,18 mrd. euroa. IMO:n uusien määräysten tullessa voimaan SECA-alueilla vuoden 2015 alusta lukien tulevat lisääntyvät polttoainekulut korottamaan merirahteja.</p> <p>Laskelmissa ei ole otettu huomioon Itämeren olosuhteisiin soveltuvan rikkipesurin mahdollisesta käytöstä saavutettavaa säästöä polttoainekuluissa. Laskelmissa ei ole myöskään otettu huomioon uusien SECA-alueiden vaikutusta. USA ja Kanada ovat perustamassa SECA-alueen rannikoidensa ulkopuolelle. EU:n komissio selvittää myös parhaillaan SECA-alueiden perustamista myös Välimerelle ja Mustalle Merelle EU:n jäsenvaltioiden rannikoiden ulkopuolelle. Lisääntyvä vähärikkisen polttoaineen kysyntä luo suuremmat markkinat ja vaikuttaa siten myös hinnanmuodostukseen.</p>			
Avainsanat (asiasanat)			
Rikkipitoisuusmääräykset, rikkipesurit, polttoainelaadut, polttoaineen hinta, kuljetuskustannukset			
Muut tiedot			
Yhteyshenkilö/LVM Lolan Eriksson			
Sarjan nimi ja numero		ISSN	ISBN
Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 20/2009		1457-7488 (painotuote)	978-952-243-048-9 (painotuote)
		1795-4045 (verkkojulkaisu)	978-952-243-049-6 (verkkojulkaisu)
Sivumäärä (painotuote)	Kieli	Hinta	Luottamuksellisuus
56	suomi		julkinen
Jakaja		Kustantaja	
Liikenne- ja viestintäministeriö		Liikenne- ja viestintäministeriö	



Författare (uppgifter om organet: organets namn, ordförande, sekreterare)		Typ av publikation	
Juha Kalli, Tapio Karvonen och Teemu Makkonen		Undersökningsrapport	
Åbo universitet/Sjöfartsbranschens utbildnings- och		Uppdragsgivare	
forskningscentral		Kommunikationsministeriet	
Publikation		Datum då organet tillsattes	
Svavelhalten i fartygsbränslet år 2015. Utredning om hur IMO:s nya bestämmelser påverkar transportkostnaderna			
Referat			
<p>Internationella sjöfartsorganisationen IMO:s kommitté för skydd av den marina miljön godkände den 9 oktober 2008 enhälligt den reviderade bilagan VI till MARPOL 73/78-konventionen. Genom bilagan begränsas fartygstrafikens kväve- och svaveloxidutsläpp. Bränsle med lågt svavelinnehåll minskar också partikelutsläpp som orsakas av fartygstrafiken. Den nya bilagan träder i kraft den 1 juli 2010. Med de nya bestämmelserna förminskar man de skadliga konsekvenserna utsläppen har på människornas hälsa och den marina miljön samt ökar sjösäkerheten.</p> <p>Den globala nivån för bränslets högsta tillåtna svavelinnehåll sjunker från 4,5 % till 3,5 % fr.o.m. den 1 januari 2012 och fr.o.m. den 1 januari 2020 till 0,5 %. Bränslets svavelinnehåll sjunker i utsläppskontrollområdena (SECA) som nuförtiden omfattar Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen, från 1,5 % till 1,0 % fr.o.m. den 1 juli 2010 och till 0,1 % fr.o.m. den 1 januari 2015. Användandet av svavelskrubbers är fortfarande tillåtet vilket betyder att fartyg utrustade med sådana kan använda också de nu i bruk varande bränslekvalitéerna.</p> <p>Enligt IMO:s sakkunnigutredning måste man till största delen sluta använda tjockoljekvalitéer då bränslets svavelgräns understiger 1 %. En övergång till bränslen med låg svavelhalt som är renare (sjödiesel och gasolja) ökar bränslekostnader avsevärt eftersom det är dyrare att tillverka renare kvalitéer än tjockoljekvalitéer. Man bör förhålla sig till prognoser över bränsleprisutvecklingen med viss reservation eftersom det finns väldigt många faktorer som påverkar bränslepriset.</p> <p>Enligt den beräkningsmodellen som utarbetats i utredningen uppskattas det att bränsleförbrukningen på de fartyg som har hand om transporterna i den finska utrikeshandeln är 1,8–2,6 miljoner ton/år. Det är svårt att uppskatta bränslepriset i framtiden och bedömningen av verkningarna hänger samman med stora osäkerhetsfaktorer. Utifrån de två scenarion som presenterades om bränsleförbrukningen i utredningen varierar merkostnaderna mellan 200 miljoner och 1,18 miljarder euro. När IMO:s nya bestämmelser träder i kraft i utsläppskontrollområdena vid ingången av 2015, kommer de ökande bränslekostnaderna att höja sjötransportfrakterna.</p> <p>I beräkningarna har inte beaktats eventuella inbesparingar i bränslekostnaderna genom användning av för Östersjöns förhållanden passande svavelskrubbers. I beräkningarna har det inte heller beaktats verkningen av nya utsläppskontrollområden. USA och Kanada håller på att inrätta ett svavelutsläppskontrollområde utanför sina kuster. Europeiska kommissionen utreder som bäst inrättande av ett utsläppskontrollområde också på Medelhavet och Svarta havet utanför EU-medlemsstaternas kuster. Ökande efterfrågan på lågsvavelbränsle skapar en större marknad och påverkar således också prisbildningen.</p>			
Nyckelord			
Bestämmelser om svavelhalten, svavelskrubbers, bränslekvalitéer, bränslepris, transportkostnader			
Övriga uppgifter			
Kontaktperson vid ministeriet är Lolan Eriksson.			
Seriens namn och nummer		ISSN	ISBN
Kommunikationsministeriets publikationer 20/2009		1457-7488 (trycksak) 1795-4045 (nätpublikation)	978-952-243-048-9 (trycksak) 978-952-243-049-6 (nätpublikation)
Sidoantal (trycksak)	Språk	Pris	Sekretessgrad
56	finska		offentlig
Distribution		Förlag	
Kommunikationsministeriet		Kommunikationsministeriet	



Authors Juha Kalli, Tapio Karvonen and		Type of publication Report	
Teemu Makkonen, University of Turku,		Assigned by Ministry of Transport and Communications	
The Centre for Maritime Studies		Date when body appointed	
Name of the publication Sulphur content limits in ship fuel in 2015 A study on the new IMO regulations and transport costs			
<p>Abstract</p> <p>On 9 October 2008 the Marine Environment Protection Committee of the International Maritime Organisation, IMO, unanimously adopted the revised Annex VI, Prevention of Air Pollution from Ships, to the MARPOL 73/78 Convention. The Annex sets limits on nitrogen oxide and sulphur oxide emissions from ship exhausts. Low sulphur fuel also reduces particulate emissions from ships. The new Annex will enter into force on 1 July 2010. The highest sulphur content allowed in ship fuel will reduce globally as of 1 January 2012 from 4.5% to 3.5% and as of 1 January 2020 to 0.5%. Sulphur content allowed in Sulphur Emission Control Areas (SECA) that currently include the Baltic Sea, the North Sea and the English Channel will decrease as of 1 July 2010 from 1.5% to 1.0% and as of 1 January 2015 to 0.1%. The use of exhaust gas cleaning systems will continue to be allowed, which means that vessels equipped with scrubbers may also run on types of fuel that are currently in use.</p> <p>According to an IMO expert study, the use of heavy fuel oils will largely have to be abandoned once the sulphur content limit in fuel decreases to less than 1%. Transfer to low sulphur and thus cleaner fuels (marine diesel and marine gas oil) will increase fuel costs considerably, because it is more expensive to produce cleaner fuels than heavy fuels. Fuel price forecasts should be treated with caution because there are so many variables affecting the price.</p> <p>A calculation model presented in the study estimates the fuel consumption of vessels in Finland's foreign trade transport to be 1.8 million to 2.6 million tonnes a year. With many uncertainties involved, it is difficult to estimate how the fuel price will develop. The two fuel consumption scenarios in the study suggest that additional costs would amount to between 200 million and 1.18 billion euros. After the entry into force of the new IMO regulations in SECA areas in the beginning of 2015, the growing fuel costs will increase sea freight charges.</p> <p>The savings in fuel costs due to the possible use of a scrubber adaptable to Baltic Sea conditions has not been considered in the calculations. The calculations do not, however, take account of the impact of the new SECA areas. The USA and Canada will establish a SECA area outside their coastal areas. The Commission of the European Union is also exploring the possibilities to establish SECA areas outside EU Member States' coastal areas in the Mediterranean and the Black Sea. The increasing demand for low sulphur fuel will increase the market and thus influence the price formation.</p>			
Keywords Sulphur content regulations, scrubbers, fuel types, fuel price, transport costs			
Miscellaneous Contact person at the Ministry: Ms Lolan Eriksson			
Serial name and number Publications of the Ministry of Transport and Communications 20/2009		ISSN 1457-7488 (printed version) 1795-4045 (electronic version)	ISBN 978-952-243-048-9 (printed version) 978-952-243-049-6 (electronic version)
Pages, total (printed version) 56	Language Finnish	Price	Confidence status Public
Distributed and published by Ministry of Transport and Communications			

TIIVISTELMÄ

Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n meriympäristön suojelukomitea hyväksyi yksimielisesti 9.10.2008 MARPOL 73/78 -yleissopimuksen uudistetun VI liitteen, joilla rajoitetaan alusliikenteen typenoksidi- ja rikkioksidipäästöjä. Polttoaineiden rikkipitoisuutta alentamalla pyritään myös alentamaan laivaliikenteestä aiheutuvia hiukkaspäästöjä. Uusi liite tulee voimaan 1.7.2010. Polttoaineen rikkipitoisuus laskee erityisalueilla (SECA), jotka käsittävät Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin, 1,5 prosentista 1,0 prosenttiin 1.7.2010 alkaen sekä 0,1 prosenttiin 1.1.2015 alkaen. Globaalilla tasolla polttoaineen korkein sallittu rikkipitoisuus laskee 1.1.2012 alkaen 4,5 prosentista 3,5 prosenttiin ja 1.1.2020 alkaen 0,5 prosenttiin. Rikkipesureiden käyttö on edelleen sallittua, joten rikkipesurein varustetuissa aluksissa voidaan käyttää myös nykyään käytössä olevia polttoainelaatuja.

Suuret matkustaja-autolautat Itämerellä ovat jo pitkään käyttäneet raskasta polttoöljyä, jonka rikkipitoisuus on enintään 0,5 prosenttia. Sen tarjonta ei kuitenkaan nykyisellään eikä ehkä tulevaisuudessakaan ole riittävää kaiken Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin meriliikenteen tarpeisiin. Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n selvityksen mukaan globaalin meriliikenteen tällä hetkellä käyttämästä polttoaineesta noin 0,5 prosenttia on raskasta polttoöljyä, jonka rikkipitoisuus on alle 0,5 prosenttia. IMO:n selvityksen mukaan raskaiden polttoöljyalaatujen käytöstä joudutaan pääosin luopumaan, kun polttoaineen rikkipitoisuusraja on alle 1 prosenttia, jolloin on siirryttävä käyttämään kevyitä polttoainelaatuja. Tästä johtuen on myös vaikea arvioida, mihin rikkipitoisuudeltaan enintään 0,5-prosenttisen raskaan polttoöljyn hinta asettuisi tulevaisuudessa.

Enimmäisrikkipitoisuudeltaan 0,1-prosenttiseen polttoaineeseen siirtyminen tarkoittaa käytännössä sitä, että alukset joutuvat käyttämään polttoaineenaan kaasuoöljyä (MGO), joka on valmistustavastaan johtuen huomattavasti kalliimpaa kuin raskaat polttoöljyt. Vähärikkisten polttoaineiden saatavuuden arviointi osoittautui vaikeaksi. Saatujen arvioiden mukaan ongelmia ei aiheudu ainakaan vielä SECA-alueiden vaatimusten vuoksi, mutta siinä vaiheessa kun kevyitä polttoaineita aletaan käyttää maailmanlaajuisesti, tulee öljyteollisuuden lisätä huomattavasti jalostuskapasiteettiaan kevyiden polttoainelaatujen kasvaneen kysynnän tyydyttämiseksi.

Polttoaineiden tulevan hintakehityksen ennusteisiin kannattaa suhtautua varauksella, koska polttoaineen hintaan vaikuttavia muuttujia on todella paljon, eikä hinnan muodostus ole pelkästään faktapohjaista, vaan siihen liittyy paljon erilaisia odotuksia ja uskomuksia tulevasta. Epävarmuudesta ja polttoaineen suurista hintavaihteluista johtuen polttoaineen hinnoille on tässä selvityksessä esitetty tarkan arvon sijaan Öljy- ja Kaasualan Keskusliiton jäsenyritysten arvioiden pohjalta muodostettu todennäköinen vaihteluväli.

Varustamoilta ja Elinkeinoelämän keskusliiton toimialaliitoilta saatujen asiantuntijanjakemusten perusteella kohoavat polttoainekustannukset siirtyvät tietyllä viiveellä kokonaisuudessaan merirahtihintoihin. Sen vuoksi meriliikenteen rahtihinnat tulevat nousemaan huomattavasti kiristyvien enimmäisrikkipitoisuusmääraysten astuessa voimaan. Kohoavat rahtikustannukset kohdistuvat erityisesti niihin toimialoihin, joilla on paljon vientiä ja/tai tuontia.

Suomeen liikennöivien alusten yhteenlaskettu polttoaineenkulutus on arvioitu vuoden 2007 kulutuksen mukaan kahden skenaarion pohjalta, jossa maksimikulutus on 2,6 miljoonaa tonnia (skenaario 1) ja minimikulutus 1,8 miljoonaa tonnia (skenaario 2). Tältä pohjalta aiheutuisi arvion mukaan Suomelle alusten siirtyessä vuoden 2015 alusta käyttämään raskaan polttoöljyn sijasta kevyttä polttoöljyä, tässä tapauksessa enimmäisrikkipitoisuudeltaan 0,1-prosenttista kaasuöljyä, seuraavat lisäkustannukset polttoainelaatujen hintaeron ollessa:

- 1) 111 euroa tonnilta maksimi olisi 273 miljoonaa euroa ja minimi 190 miljoonaa euroa
- 2) 480 euroa tonnilta maksimi olisi 1 182 miljoonaa euroa ja minimi 823 miljoonaa euroa

Laskelmissa ei ole huomioitu Itämeren olosuhteisiin soveltuvan rikkipesurin mahdollisesta käytöstä saavutettavaa säästöä polttoainekuluissa.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	6
2	Alustyyppien päiväkustannusrakenteet	8
3	Polttoaineiden arvioidun hinnannousun vaikutus alusten päiväkustannusten muutokseen.....	10
3.1	Laivojen polttoaineet	10
3.2	Polttoaineiden hinnat	10
3.3	Polttoaineiden saatavuus	15
4	Rikkipesurien investointi-, käyttö- ja kokonaiskustannukset	18
5	Suomen merikuljetuksia koskeva kokonaiskustannusarvio	20
6	Polttoaineiden arvioidun hinnannousun vaikutus rahtihintatasoon ja tiettyihin toimialoihin.....	29
7	Polttoaineen rikkipitoisuuden vaikutusIA ympäristön tilaan ja ihmisen terveyteen.....	31
7.1	Rikkidioksidi	31
7.2	Pienhiukkaset.....	31
7.3	Laivojen polttoaineiden rikkipitoisuuden laskemisen vaikutus ilman laatuun	32
8	Johtopäätökset	34

Lähdeluettelo

Liite 1: SOx scrubber. Technology and economy

Liite 2: Outlook for Marine Bunkers and Fuel Oil to 2025. Sourcing Lower Sulphur
Products

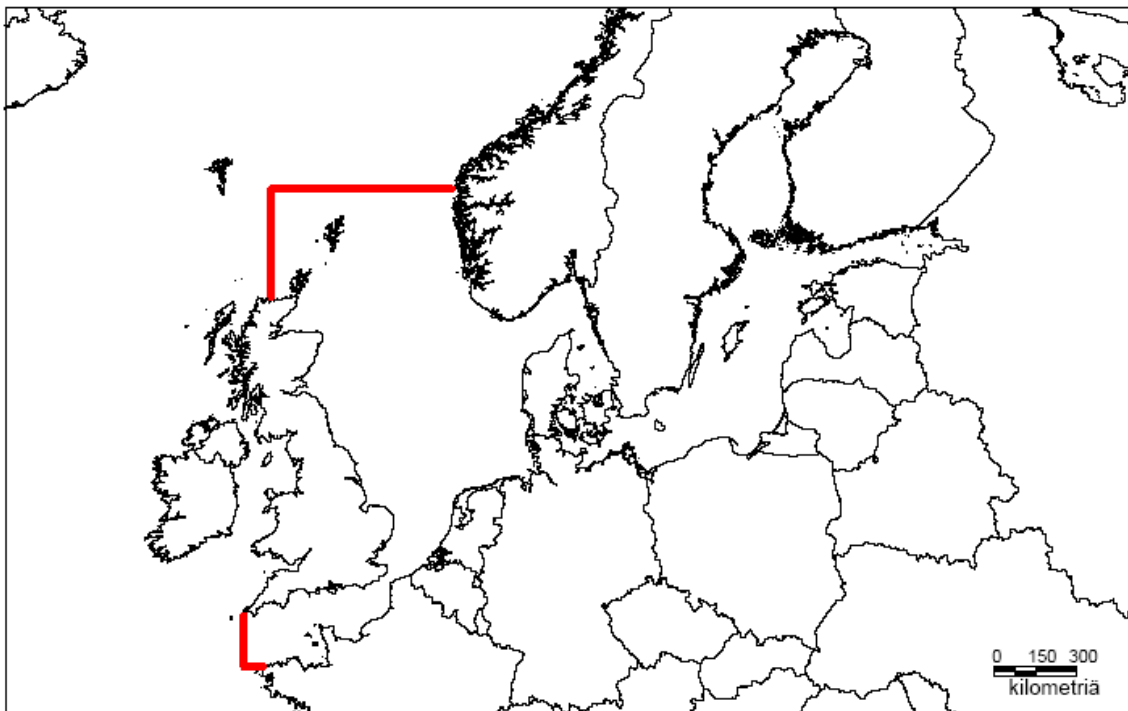
1 JOHDANTO

Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n meriympäristön suojelukomitea MEPC hyväksyi yksimielisesti 9.10.2008 MARPOL 73/78 -yleissopimuksen uudistetun ilman-suojeluliitteen (liite VI). IMO:n tavoitteena on, että raskaiden polttoöljyjen sijaan siirryttäisiin käyttämään kevyitä polttoöljyjä. Uusilla säännöillä rajoitetaan alusliikenteen tavanomaisia typenoksidi- (NO_x) ja rikkioksidipäästöjä (SO_x) ilmakehään ja niiden laskeumia mereen. Polttoaineiden rikkipitoisuutta alentamalla pyritään myös alentamaan laivaliikenteestä aiheutuvia hiukkaspäästöjä. Säännöksillä vähennetään päästöjen haitallisia vaikutuksia ihmisen terveydelle ja meriympäristölle ja lisätään merenkulun turvallisuutta.

Uusi liite tulee voimaan 1.7.2010 noudattaen MARPOL 73/78 -yleissopimuksen mukaista ns. hiljaista hyväksymismenettelyä.

Polttoaineen rikkipitoisuus laskee erityisalueilla (SECA), jotka käsittävät Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin (kuva 1.1), 1,5 prosentista 1,0 prosenttiin 1.7.2010 alkaen sekä 0,1 prosenttiin 1.1.2015 alkaen. Globaalilla tasolla polttoaineen korkein sallittu rikkipitoisuus laskee 1.1.2012 alkaen 4,5 prosentista 3,5 prosenttiin ja 1.1.2020 alkaen 0,5 prosenttiin. Rikkipesureiden käyttö on edelleen sallittua, joten rikkipesurein varustetuissa aluksissa voidaan käyttää myös nykyään käytössä olevia polttoainelaatuja.

Euroopan unionin alueella tulee jo 1.1.2010 voimaan määräys, jonka mukaan jos alus on satamassa yli kaksi tuntia, on sen käytettävä satamassa ollessaan polttoainetta, jonka rikkipitoisuus on korkeintaan 0,1 prosenttia.



Kuva 1.1. SECA-erityisalue (Itämeri, Pohjanmeri [62° pohjoista leveyttä ja 4° läntistä pituutta] ja Englannin kanaali [5° läntistä pituutta]).

Tämän lisäksi IMO:n MEPC 58 -kokous vahvisti NO_x-päästöjä koskevat ns. kolmen vaativuustason ohjelman päästörajoitukset (Tier 1–3). Jo voimassaolevan Tier 1:n lisäksi uusiin moottoreihin tulevat Tier 2 (voimaan vuonna 2011, noin 20 prosenttia alemmat kuin Tier 1 -tasolla) ja Tier 3 -päästörajat (voimaan vuonna 2016, noin 80 prosenttia vähemmän kuin Tier 1 -tasolla). Tier 3 tulee noudatettavaksi erikseen perustettavilla erityisalueilla (Emission Control Area) ja tarkoittaa nykyisellä tekniikalla esimerkiksi katalysaattorijärjestelmän käyttöönottoa. Tier 2 -taso on saavutettavissa koneteknisillä keinoilla. HELCOM tutkii parhaillaan mahdollisuutta perustaa NO_x-erityisalue Itämerelle.

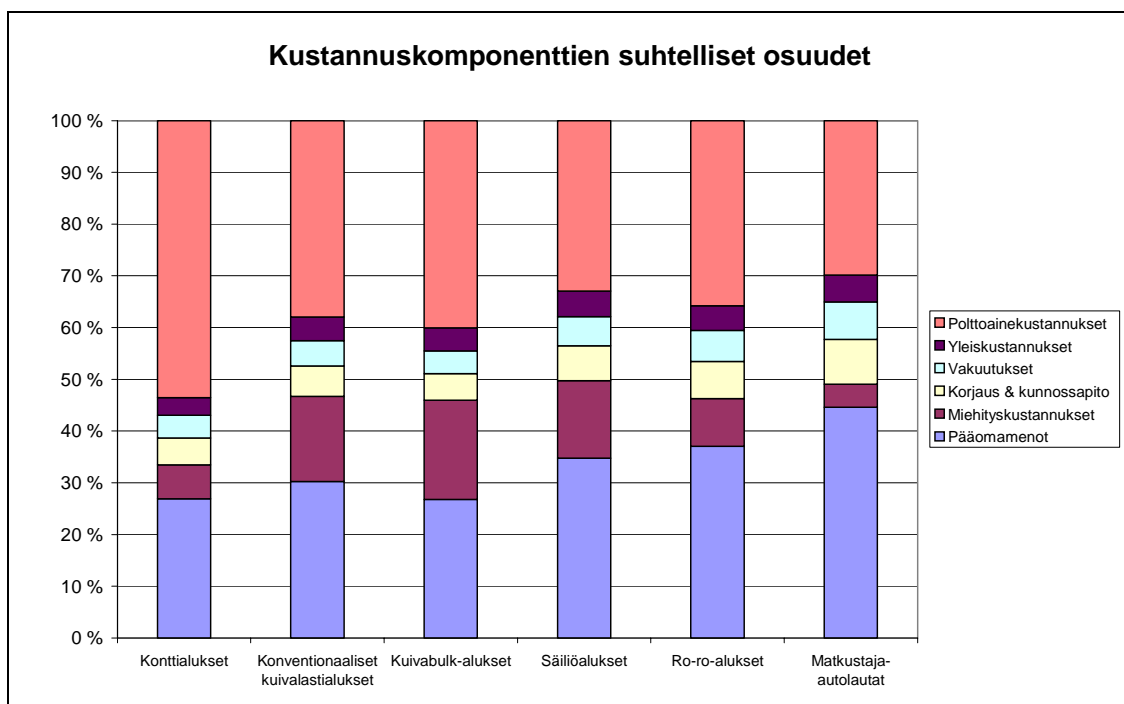
IMO:n MEPC valmistaa parhaillaan toimenpide-ehdotuksia merenkulun kasvihuonepäästöjen rajoittamiseksi. Komitea jatkaa keskustelua aiheesta heinäkuussa 2009 pidetävässä kokouksessaan.

Tämän selvityksen päätavoitteena on arvioida MARPOL 73/78 -yleissopimuksen uudistetun VI liitteen mukaisten aluksilla käytettävän polttoaineen rikkipitoisuusmäärysten vaikutusta Suomen ja Manner-Euroopan välisen alusliikenteen polttoainekustannuksiin ja tavaraliikenteen kuljetuskustannuksiin SECA-alueella sekä arvioida myös kustannusten kohdistumista Suomen tuonti- ja vientisektorin eri aloille.

Selvitys tehtiin Turun yliopiston Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksessa (MKK). Selvityksen toteuttamisesta vastasivat hankkeen projektipäällikkönä erikoistutkija Tapio Karvonen sekä tutkijat Juha Kalli ja Teemu Makkonen. Selvityksen tilaajana ja rahoittajana toimi liikenne- ja viestintäministeriö. Selvitystyön ohjausryhmän puheenjohtajana toimi hallitusneuvos Lolan Eriksson liikenne- ja viestintäministeriöstä. Ryhmän muut jäsenet olivat merenkulunylitarkastaja Jorma Kämäräinen ja merenkuluntarkastaja Markus Helavuori Merenkululaitoksesta, asiantuntija Tiina Haapasalo Elinkeinoelämän keskusliitosta (EK) sekä asiantuntijat Bernt Bergman ja Tero Jokilehto Suomen Varustamot ry:stä.

2 ALUSTYYPPIEN PÄIVÄKUSTANNUSRAKENTEET

Kuva 2.1 esittää Aluskustannukset 2006 -selvityksen mukaisen Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä sekä Suomen että ulkomaan¹ lipun alla kulkevien alusten päiväkustannusrakenteiden suhteellisen jakautumisen alustyypeittäin. Kustannustekijöiden suhteelliset osuudet ovat sidoksissa alustyyppisiin ja -kokoihin. Tarkasteltavia alustyyppisiä on seitsemän: kontti-, konttifeeder-², konventionaaliset kuivalasti-, kuivabulk-, säiliö-, ro-ro- ja matkustaja-autolautta-alukset. Tässä esitettävät vertailut on tehty alustyypeittäin syväysluokkien keskiarvon mukaan³. Kuvasta voi havaita, että polttoainekustannukset muodostavat jo nyt kaikilla alustyypeillä ja erityisesti konttialuksilla suuren osan alusten kustannusrakenteesta (vuoden 2006 polttoainehinnoilla: konttialukset 54 %, konventionaaliset kuivalastialukset 38 %, kuivabulk-alukset 40 %, säiliöalukset 33 %, ro-ro-alukset 36 % ja matkustaja-autolautat 30 %)⁴.



Kuva 2.1. Kustannusten jakaantuminen eri alustyypeittäin Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä sekä Suomen että ulkomaan lipun alla kulkevilla aluksilla keskimäärin (Karvonen ym. 2006).

Polttoaineen hinnan muutokset vaikuttavat suhteelliseen kustannusrakenteeseen. Jos polttoaineen hinta kohoaa, myös polttoaine- ja aluskustannukset sekä polttoainekustannusten suhteellinen osuus päiväkustannuksista kasvavat. Aluskustannusten osalta tulee

¹ Ulkomaalaisten alusten päiväkustannusrakenne on arvioitu selvityksessä (Karvonen ym. 2006) painottaen merkittävimpiä Suomen satamissa käyvien alusten lippuvaltioita.

² Tyypillinen Suomen liikenteessä kulkeva syöttöliikenteen konttialus (syväys 9 m, konttikapasiteetti noin 1 000 TEU)

³ Koska laskelmissa ei ole käytetty painotettua keskiarvoa, luvut eivät siis kuvaa keskiarvoalusta vaan syväysluokkien keskiarvoja.

⁴ Konttialusten osalta on huomioitava, että laskelman perusteena on käytetty otosaineistoa, jossa on mukana myös suuria konttialuksia, jotka eivät liikennöi Suomen satamiin. Suomen liikenteessä tyypillisten syöttöliikenteen konttialusten polttoainekustannusten osuus ei ole näin suuri, vaan lähempänä konventionaalisten kuivalastialusten kustannuksia.

huomioida, että niiden sisältämät polttoainekustannukset on laskettu yleistäen aluksen konetehoon perustuen. Todellisuudessa saman konetehon alukset voivat kuluttaa hyvin erilaisen määrän polttoainetta. Myös alusten nopeudet vaikuttavat alusten kulutukseen, millä on vaikutuksia polttoainekustannusten suuruuteen: alemmilla nopeuksilla kulutus on alhaisempi, minkä johdosta myös polttoainekustannukset ovat pienemmät. Säännöllisen linjaliikenteen alukset eivät yleensä voi alentaa nopeutta ilman, että se vaikuttaa koko kuljetusketjun toimivuuteen.

Aluskustannukset 2006 -selvityksen ja sen täydennyksen (Karvonen 2007) aineistojen avulla voidaan selvittää eri alustyyppien keskimääräiset kokonais- ja polttoainekustannukset⁵ kokonaisuudessaan sekä kuljetettua yksikköä kohden (taulukot 2.1 ja 2.2). Matkustaja-autolautoilla on absoluuttisesti korkeimmat alus- ja polttoainekustannukset. Ro-ro-alusten aluskustannukset ovat selvästi muita lastialustyyppisiä korkeammat, kun kustannuksia tarkastellaan kuljetusyksikköä kohden (ks. Karvonen ym. 2006).

Taulukko 2.1. Konttialusten keskimääräiset polttoaine- ja aluskustannukset⁶.

Alustyyppi	Polttoaine-kustannukset €/ajovrk.	Alus-kustannukset €/ajovrk.	Polttoaine-kustannukset €/TEU/ ajovrk.	Alus-kustannukset €/TEU/ ajovrk.
Konttialukset	24 199	35 983	15,63	23,24
Konttifeeder-alukset	15 081	23 184	12,73	19,56

Taulukko 2.2. Alustyyppien keskimääräiset polttoaine- ja aluskustannukset.

Alustyyppi	Polttoaine-kustannukset €/ajovrk.	Alus-kustannukset €/ajovrk.	Polttoaine-kustannukset €/t/ajovrk.	Alus-kustannukset €/t/ajovrk.
Konventionaaliset kuivalastialukset	6 425	12 320	0,67	1,29
Kuivabulk-alukset	10 357	19 033	0,29	0,53
Säiliöalukset	10 093	21 615	0,40	0,86
Ro-ro-alukset	14 587	29 255	1,70	3,41
Matkustaja-autolautat	41 166	95 407		

⁵ Polttoainekustannusten pienten aikavälien suurien hintaheilahtelujen vääristävän vaikutuksen poistamiseksi laskelmissa on päädytty käyttämään kolmen vuoden (2006–2008) keskiarvoa 370 USD/t eli saman aikavälin valuuttakurssin keskiarvon mukaan (1 USD = 0,732 €) 271 €/t (Scandinavian Shipping Gazette 2009; Suomen Pankki 2009).

⁶ Konttialusten kohdalla on kuljetusyksikkönä käytetty tonnien sijaan TEU-määrää, koska se kuvaa aluskustannusten alenemista suhteessa kuljettuun tavaramäärään konttialusten osalta paremmin kuin tonnimäärään perustuva laskelma, koska skaalaetu näkyy selvästi (Karvonen 2007).

3 POLTTOAINEIDEN ARVIOIDUN HINNANNOUSUN VAIKUTUS ALUSTEN PÄIVÄKUSTANNUSTEN MUUTOKSEEN

3.1 Laivojen polttoaineet

Laivoissa käytetään polttoaineena pääsääntöisesti raskasta polttoöljyä (HFO/IFO). Joissakin tapauksissa apukoneissa käytetään tislattuja polttoaineita kuten meridieseliä (MDO) tai meriliikenteen kaasuöljyä (MGO, rikkipitoisuus maksimissaan 0,1 %), joilla on pienempi rikkipitoisuus. MDO:sta ja MGO:sta käytetään myös yhteisnimeä kevyt polttoöljy. Näiden tislattujen polttoaineiden hinta on korkeampi kuin raskaan polttoöljyn. Tätä selvitystä varten varustamoilta kysyttiin, missä suhteessa ne käyttävät aluksillaan raskasta polttoöljyä ja tislattuja polttoainelaatujia. Saatujen vastausten perusteella noin 95 prosenttia käytetystä polttoaineesta on raskasta polttoöljyä ja 5 prosenttia MDO:ta tai MGO:ta. Tätä tulosta on käytetty hyväksi myöhemmin esitettävissä kustannuslaskelmissa.

Tietty matala polttoaineen rikkipitoisuus on mahdollista saavuttaa kahdella tavalla:

- 1) raskas polttoöljy valmistetaan raakaöljystä, joka luonnostaan sisältää vähemmän rikkiä tai
 - 2) korkearikkistä ja matalarikkistä polttoainetta sekoitetaan keskenään.
- Rikkipitoisuudeltaan alle 1,5 prosentin polttoaine, jota nykyisin käytetään Itämerellä, Pohjanmerellä ja Englannin kanaalissa, on normaalisti korkearikkistä polttoainetta, johon on sekoitettu hieman matalarikkistä, jotta rikkipitoisuus painuu alle 1,5 prosentin. Vuonna 2010 rikkipitoisuusraja putoaa 1,0 prosenttiin, mikä tarkoittaa käytännössä sekoitussuhteen muuttamista siten, että matalarikkistä polttoainetta tarvitaan enemmän. Erilaisten polttoainelaatujen sekoittaminen saattaa kuitenkin johtaa kasvaviin moottoritekniisiin ongelmiin polttoainelaadun heikentymisen johdosta, koska syntyneet seokset voivat olla epästabiileja.

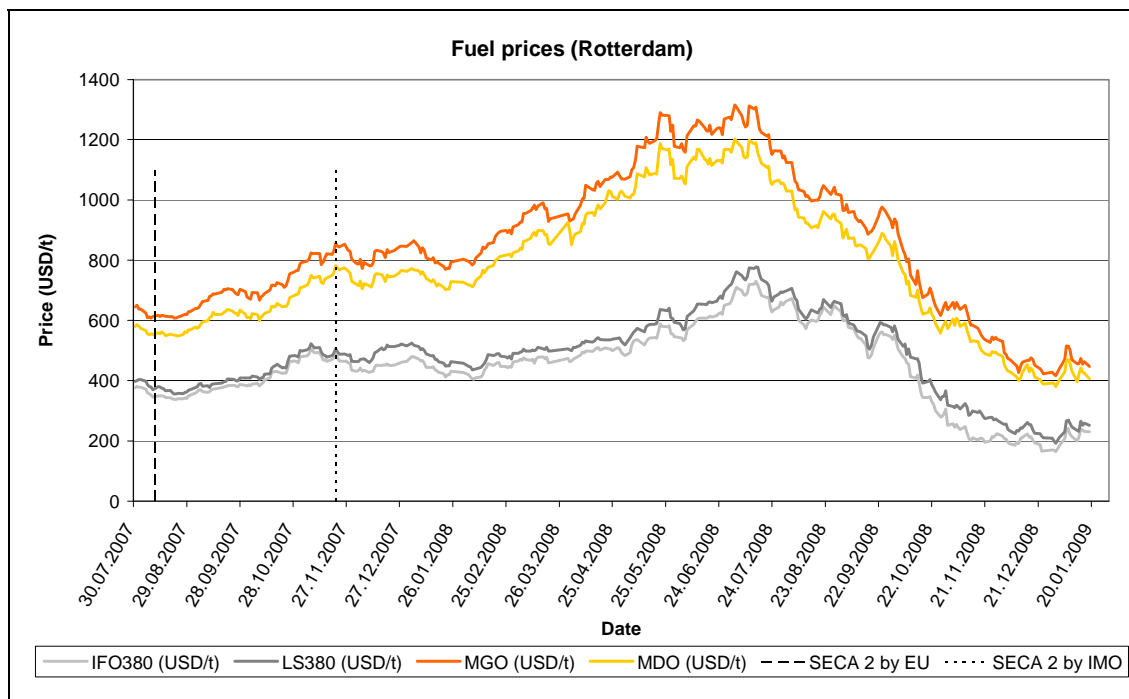
3.2 Polttoaineiden hinnat

Vuonna 2015 SECA-alueilla enimmäisrikkipitoisuusraja laskee 0,1 prosenttiin. Tällöin polttoainelaatujen sekoittaminen on teknisesti mahdollista, ja on siirryttävä käyttämään kaasuöljyä (MGO), joka nykyisillä polttoainelaaduista olisi ainoa käytettävissä oleva mahdollisuus. Valmistustavasta johtuen MGO on huomattavasti kalliimpaa kuin raskaat polttoöljyt. Lisäksi voidaan olettaa kysynnän voimakkaasti kasvaessa myös MGO:n hinnan nousevan entistä korkeammaksi.

Kuten edellä todettiin, vähemmän rikkiä sisältävien polttoainelaatujen hinnat ovat korkeampia kuin nykyisin yleisemmin käytössä olevan polttoainelaadun (raskas polttoöljy, jonka rikkipitoisuus on 1,5 %) hinta, mikä tulee aiheuttamaan alusten polttoainekustannusten kohoamista. Polttoainekustannusten muutosta arvioitiin pyytämällä Öljy- ja Kaasualan Keskusliiton (ÖKKL) jäsenyrityksiltä laivapolttoaineiden hinnannousua koskevia arvioita (taulukko 3.1). Hinnat on esitetty nykyhintoina. Arvioitavat polttoainelaadut ovat:

- 1) raskaat polttoöljyt (rikkipitoisuudet 1,0 % ja 0,5 %) ja
- 2) kevyt polttoöljy (rikkipitoisuus 0,1 %) ⁷.

Ennusteisiin kannattaa suhtautua varauksella, koska polttoaineen hintaan vaikuttavia muuttujia on todella paljon, eikä hinnan muodostus ole pelkästään faktapohjaista, vaan siihen liittyy paljon erilaisia odotuksia ja uskomuksia tulevasta. Voi olla, että vain muutamamat jalostamot erikoistuvat matalarikkisten polttoaineiden valmistukseen. Jos tulevaisuudessa kysyntä ylittää tarjonnan, voivat hintaerot olla jopa tässä arvioituja suuremmat. Lisäksi jos hintataso kohoaa, voi olla, että rikkitasoa lasketaan myös sekoittamalla keskitisleitä raskaan polttoaineen joukkoon, mikä myös vaikuttaa tulevaan polttoaineen hintatasoon. Epävarmuudesta ja polttoaineen suurista hintavaihteluista (kuva 3.1) johtuen polttoaineen hinnoille on tässä esitetty tarkan arvon sijaan Öljy- ja Kaasualan Keskusliiton jäsenyritysten arvioiden pohjalta muodostettu todennäköinen vaihteluväli (taulukko 3.1). Vertailun vuoksi voidaan todeta, että nykyisen globaalissa käytössä olevan raskaan polttoöljyn (rikkipitoisuus 2,6–2,7 %) alkuvuoden 2009 (24.12.2008–25.2.2009) keskihinta Rotterdamissa oli noin 173 euroa tonnilta (Petromedia Ltd. 2009; Suomen Pankki 2009).



Kuva 3.1. Viimeaikainen polttoaineiden hinnan vaihtelu (ks. liite). Kuvassa LS (Low Sulphur) on raskas polttoaine, jota käytetään SECA-alueilla (täyttää nykyisen 1,5 % rikkipitoisuusvaatimuksen). MDO ja MGO ovat kevyitä polttoaineita, joista MGO on ainoa, joka sisältää rikkiä alle 0,1 % (Suomesta saa myös MDO:ta, jossa on alle 0,1 %-S). IFO (intermediate fuel oil) on raskasta polttoöljyä, joka saa sisältää 4,5 % rikkiä. 380 on polttoaineen viskositeetti.

⁷ ÖKKL:n jäsenyrityksiltä pyydettiin myös arvioita kevyen polttoöljyn (rikkipitoisuus 0,5 %) hinnasta ja saatavuudesta, mutta kyseinen polttoainelaatu on vielä polttoaineen toimittajille tuntematon. Enimmäisrikkipitoisuudeltaan 0,1 prosenttinen kevyt polttoöljy on käytännössä kaasuöljyä.

Taulukko 3.1. Matalarikkipitoisten polttoainelaatujen arvioidut hintaerot⁸ suhteessa nykyisin käytössä olevaan polttoainelaatuun (enimmäisrikkipitoisuudet suluissa).

Polttoainelaatu	Hinta €/tonni	Erotus €/tonni	Erotus prosenttia
Nykyinen raskas polttoöljy (1,5 %)	271		
Raskas polttoöljy (1 %)	290–330	+19–59	7–22 %
Raskas polttoöljy (0,5 %)	305–350	+34–79	13–29 %
Kevyt polttoöljy (0,1 %)	470–500	+199–229	73–85 %

Arvioitujen polttoainehintojen avulla on laskettu eri alustyypeille uudet polttoaine- ja aluskustannukset (taulukot 3.2 ja 3.3). Polttoainekustannukset nousevat ja niiden osuus aluskustannuksista kasvaa. Huomionarvoista on, että kun siirrytään käyttämään raskaan polttoöljyn sijasta kevyttä polttoöljyä, aiheutuu samalla erittäin merkittävä kustannusten nousu. Kevyen polttoöljyn polttoainekustannukset ovat kaikilla alustyypeillä huomattavasti korkeammat raskaaseen polttoöljyyn verrattuna, jos tässä selvityksessä käytettävät polttoainelaatujen hinta-arviot toteutuvat.

Tämä koskee myös globaalia merenkulkua, kun maailmanlaajuisesti siirrytään käyttämään rikkipitoisuudeltaan 0,5-prosenttista polttoainetta vuonna 2020 tai viimeistään vuonna 2025. IMO:n selvityksen mukaan (IMO 2008) raskaiden polttoöljyalaatujen käytöstä joudutaan pääosin luopumaan, kun polttoaineen rikkipitoisuusraja on alle 1 prosenttia, jolloin on siirryttävä käyttämään kevyitä polttoainelaatuja. Vaihtoehtona on kuitenkin rikkipesureiden käyttö, jolloin polttoaineena voidaan käyttää nykyisiä polttoainelaatuja.

USA ja Kanada tulevat esittämään IMO:lle vielä vuonna 2009 näiden maiden rannikoiden ulkopuolella olevan merialueen, joka ulottuu 200 meripeninkulmaa rannikosta, nimeämistä erityisalueeksi MARPOL-yleissopimuksen uuden liitteen VI polttoaineen rikkipitoisuusmääräysten osalta. Nyt tehdyssä selvityksessä ei ole vielä voitu ottaa huomioon tästä aiheutuva muutos matalarikkisen polttoaineen kysyntään ja saatavuuteen.

⁸ Kyseessä on polttoaineenhinnan kolmen vuoden (2006–2008) keskiarvo ja sen perusteella arvioitu muutos, ei jonkin tietyn yksittäisen päivän hinta.

Taulukko 3.2. Polttoaineen arvioidun minimi- ja maksimihinnannousun (ks. taulukko 3.1) vaikutus konttialusten päiväkustannusten muutokseen.

Alustyyppi	Polttoaine- kustannukset €/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa	Alus- kustannukset €/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa	Polttoaine- kustannukset €/TEU/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa	Alus- kustannukset €/TEU/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa
Konttialukset	24 200		36 000		15,62		23,24	
- Raskas polttoöljy 1 %	25 900 - 29 400	7 - 22 %	37 700 - 41 200	5 - 15 %	16,64 - 18,78	6 - 20 %	24,21 - 26,29	4 - 13 %
- Raskas polttoöljy 0,5 %	27 200 - 31 200	12 - 29 %	39 000 - 43 000	8 - 20 %	17,44 - 19,84	12 - 27 %	24,99 - 27,33	8 - 18 %
- Kevyt polttoöljy 0,1 %	41 900 - 44 600	73 - 84 %	53 700 - 56 400	49 - 57 %	26,20 - 27,78	68 - 78 %	33,56 - 35,12	44 - 51 %
Konttifeeder-alukset	15 081		23 184		12,73		19,56	
- Raskas polttoöljy 1 %	16 100 - 18 400	7 - 22 %	24 200 - 26 500	5 - 14 %	13,61 - 15,49	7 - 22 %	20,45 - 22,32	5 - 14 %
- Raskas polttoöljy 0,5 %	17 000 - 19 500	12 - 29 %	25 100 - 27 600	8 - 19 %	14,31 - 16,42	12 - 29 %	21,15 - 23,26	8 - 19 %
- Kevyt polttoöljy 0,1 %	26 100 - 27 800	73 - 84 %	34 200 - 35 900	48 - 55 %	22,06 - 23,46	73 - 84 %	28,89 - 30,30	48 - 55 %

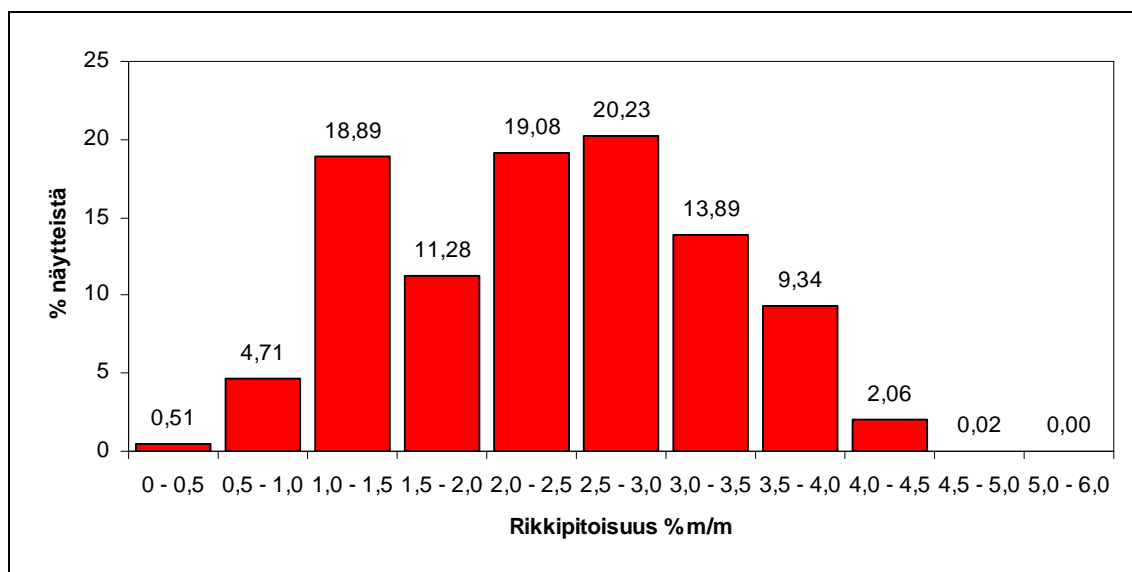
Taulukko 3.3. Polttoaineen arvioidun minimi- ja maksimihinnannousun (ks. taulukko 3.1) vaikutus alusten päiväkustannusten muutokseen.

Alustyyppi	Polttoaine- kustannukset €/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa	Alus- kustannukset €/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa	Polttoaine- kustannukset €/t/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa	Alus- kustannukset €/t/ajovrk.	Prosenttia kalliimpaa
Konventionaaliset kuivalastialukset	6 400		12 300		0,67		1,29	
- Raskas polttoöljy 1 %	6 900 - 7 800	7 - 22 %	12 800 - 13 700	4 - 11 %	0,72 - 0,81	7 - 21 %	1,33 - 1,42	3 - 10 %
- Raskas polttoöljy 0,5 %	7 200 - 8 300	12 - 29 %	13 100 - 14 200	7 - 15 %	0,75 - 0,86	12 - 27 %	1,37 - 1,47	6 - 14 %
- Kevyt polttoöljy 0,1 %	11 100 - 11 800	73 - 84 %	17 000 - 17 700	38 - 44 %	1,14 - 1,20	69 - 79 %	1,74 - 1,80	35 - 40 %
Kuivabulk-alukset	10 400		19 000		0,29		0,53	
- Raskas polttoöljy 1 %	11 100 - 12 600	7 - 22 %	19 800 - 21 300	4 - 12 %	0,31 - 0,35	7 - 21 %	0,55 - 0,59	4 - 11 %
- Raskas polttoöljy 0,5 %	11 600 - 13 000	12 - 29 %	20 300 - 22 000	7 - 16 %	0,33 - 0,37	12 - 27 %	0,57 - 0,65	7 - 15 %
- Kevyt polttoöljy 0,1 %	17 900 - 18 600	73 - 84 %	26 600 - 30 100	40 - 46 %	0,50 - 0,70	72 - 83 %	0,74 - 0,77	39 - 44 %
Säiliöalukset	10 100		21 700		0,40		0,86	
- Raskas polttoöljy 1 %	10 800 - 12 300	7 - 22 %	22 300 - 23 800	3 - 10 %	0,43 - 0,48	6 - 20 %	0,88 - 0,93	3 - 8 %
- Raskas polttoöljy 0,5 %	11 400 - 13 000	12 - 29 %	22 900 - 24 500	6 - 14 %	0,45 - 0,51	11 - 26 %	0,90 - 0,95	5 - 11 %
- Kevyt polttoöljy 0,1 %	17 500 - 18 600	73 - 84 %	29 000 - 30 100	34 - 39 %	0,66 - 0,70	65 - 74 %	1,10 - 1,13	28 - 32 %
Ro-ro-alukset	14 600		29 300		1,70		3,41	
- Raskas polttoöljy 1 %	15 600 - 17 800	7 - 22 %	30 300 - 32 400	3 - 11 %	1,82 - 2,06	7 - 21 %	3,53 - 3,77	3 - 10 %
- Raskas polttoöljy 0,5 %	16 400 - 18 800	12 - 29 %	31 100 - 33 500	6 - 14 %	1,91 - 2,19	12 - 29 %	3,62 - 3,89	6 - 14 %
- Kevyt polttoöljy 0,1 %	25 300 - 26 900	73 - 84 %	39 900 - 41 600	37 - 42 %	2,92 - 3,11	72 - 83 %	4,62 - 4,80	35 - 41 %
Matkustaja-autolautat	41 200		95 400					
- Raskas polttoöljy 1 %	44 000 - 50 100	7 - 22 %	98 300 - 104 300	3 - 9 %				
- Raskas polttoöljy 0,5 %	46 300 - 53 100	12 - 29 %	100 500 - 107 400	5 - 13 %				
- Kevyt polttoöljy 0,1 %	71 300 - 75 900	73 - 84 %	125 600 - 130 100	32 - 36 %				

3.3 Polttoaineiden saatavuus

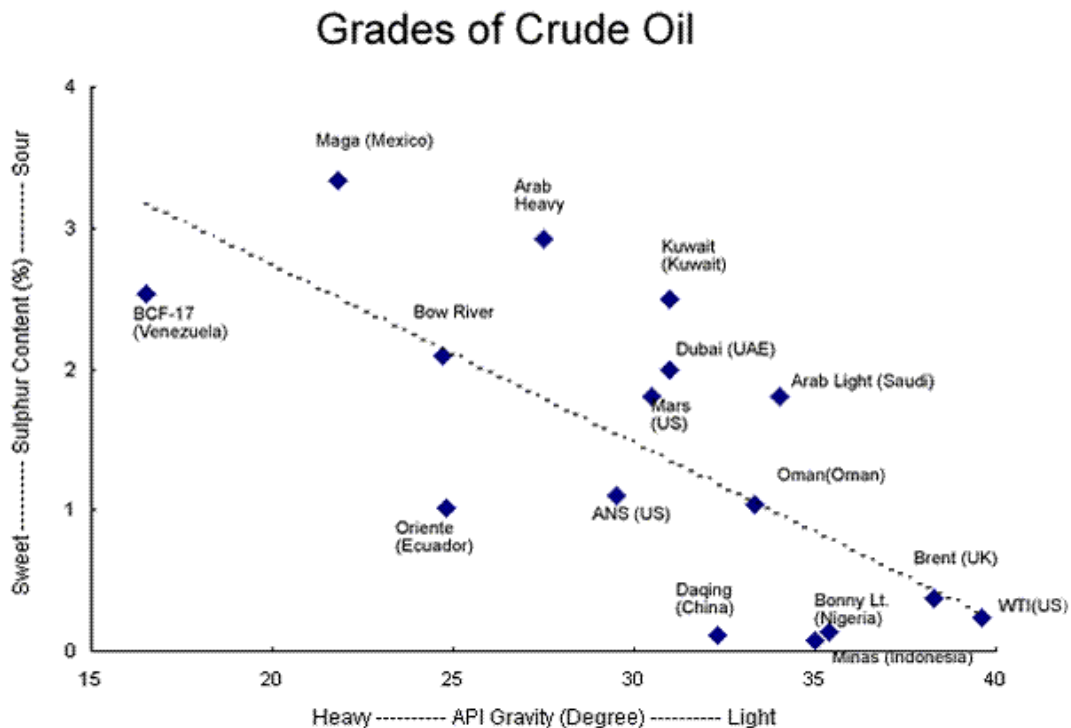
Ölly- ja Kaasualan Keskusliiton (ÖKKL) jäsenyrityksiä pyydettiin arvioimaan myös tarkasteltavien polttoainelaatujen saatavuutta tulevaisuudessa uusien rikkidioksidipäästöjä koskevien säädösten astuttua voimaan. Polttoainelaatujen saatavuuden nyky- ja tulevaisuudentilaa tiedusteltiin myös yksittäisiltä varustamoilta. ÖKKL:n jäsenyritykset ja varustamot eivät kuitenkaan osanneet arvioida varmuudella saatavuutta tulevaisuudessa, koska saatavuuteen vaikuttavat niin monet asiat: kysyntä, hinta, merenkulun yleinen tilanne jne.

Suuret matkustaja-autolautat Itämerellä ovat jo pitkään käyttäneet raskasta polttoöljyä, jonka rikkipitoisuus on enintään 0,5 prosenttia. Sen tarjonta ei kuitenkaan nykyisellään eikä ehkä tulevaisuudessakaan ole riittävää kaiken Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin meriliikenteen tarpeisiin. Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n selvityksen mukaan globaalin meriliikenteen tällä hetkellä käyttämästä raskaasta polttoöljystä noin 0,5 prosenttia on raskasta polttoöljyä, jonka rikkipitoisuus on alle 0,5 prosenttia (kuva 3.2). IMO:n selvityksen mukaan raskaiden polttoöljyalaatujen käytöstä joudutaan pääosin luopumaan, kun polttoaineen rikkipitoisuusraja on alle 1 prosenttia, jolloin on siirryttävä käyttämään kevyitä polttoainelaatuja. Tästä johtuen on myös vaikea arvioida, mihin sellaisen raskaan polttoöljyn hinta, jonka rikkipitoisuus on enintään 0,5 prosenttia, asettuisi tulevaisuudessa.



Kuva 3.2. Alusten käyttämien raskaiden polttoainelaatujen rikkipitoisuus (globaali meriliikenne, 106 925 näytettä) (IMO 2009).

Alle 0,5 prosenttia rikkiä sisältävää raskasta polttoöljyä saadaan raakaöljystä, jonka rikkipitoisuus on selvästi alle 0,5 prosenttia. Raskas polttoöljy on tislausjäännösöljyä, joka jää jäljelle kun raakaöljystä on valmistettu kevyitä polttoöljyalaatuja. Suurin osa rikistä jää raskaaseen polttoöljyyn, joten runsasrikkisestä raakaöljystä ei millään synny alle 0,5 prosenttia rikkiä sisältävää raskasta polttoöljyä. Käytännössä vain alla olevassa kuvassa 3.3 esitetyistä raakaöljyalaaduista Daqing (Kiina), Bonny Lt. (Nigeria), Brent (UK) ja WT (USA) voidaan mahdollisesti saada alle 0,5 prosenttia rikkiä sisältävää raskasta polttoöljyä.



Kuva 3.3. Eräiden raakaöljylaatujen rikki- ja raskasmetallipitoisuuksia. Lähde: <http://www.fxstreet.com/education/related-markets/oil-basis-grades-of-crude-oil/2008-12-10.html>

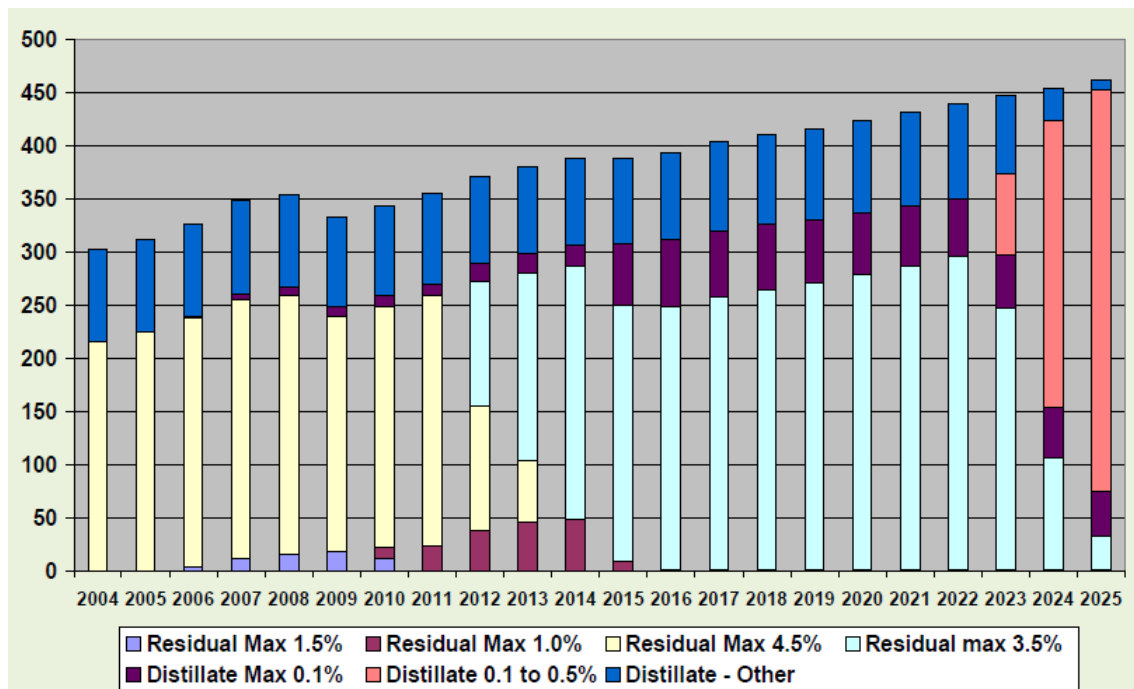
Raskaasta polttoöljystä ei nyky menetelmillä ole käytännössä mahdollista poistaa rikkiä, koska raskaassa polttoöljyssä olevat metalliset epäpuhtaudet kuten vanadiini ja nikkeli, siitä huolimatta että näiden metallisten epäpuhtauksien osuus raskaassa polttoöljyssä on kaiken kaikkiaan hyvin pieni, estävät öljynjalostusprosessissa kevyemmille jakeille käytettyjen rikinpoistojärjestelmien käytön raskaan polttoöljyn rikin poistoon myrkyttämällä rikinpoistokatalysaattorit. Siksi vähärikkistä raskaasta polttoöljyä valmistetaan yleensä vain vähärikkisestä raakaöljystä (lähde: Fortum Oyj, Raskaan polttoöljyn käyttöopas, 2002, kohta 1.4.1).

Enimmäisrikkipitoisuudeltaan 0,1-prosenttiseen polttoaineeseen siirtyminen tarkoittaa siis käytännössä sitä, että alukset joutuvat käyttämään polttoaineenaan kaasuoiljyä (MGO), joka on valmistustavastaan johtuen huomattavasti kalliimpaa kuin raskaat polttoöljyt. Vastaavasti 0,5-prosenttiseen polttoaineeseen siirtyminen tarkoittaa myös käytännössä siirtymistä käyttämään 0,5 prosenttia rikkiä sisältävää dieselöljyä eli kevyttä polttoöljyä (kuva 3.4).

Vähärikkisten polttoaineiden saatavuuden arviointi osoittautui vaikeaksi. Saatujen arvioiden mukaan ongelmia ei aiheudu ainakaan vielä SECA-alueiden vaatimusten vuoksi, mutta siinä vaiheessa kun kevyitä polttoaineita aletaan käyttää maailmanlaajuisesti, tulee öljyteollisuuden lisätä huomattavasti jalostuskapasiteettiaan kevyiden polttoainelaatujen kasvaneen kysynnän tyydyttämiseksi.

Erityisalueiden globaaleista vaatimuksista poikkeavien rikki- ja pitoisuussäädöksiä johdosta on myös herännyt huoli siitä, että erityisalueiden ulkopuolelta tulevien alusten liikennöinti vaikeutuisi moottoriteknisistä syistä ja suorien kaukokuljetusten määrä vähenisi.

Tulevaisuudessa tarjolla olevien polttoaineiden laatujen ja hintojen arvioiminen on vaikeaa. Lisää aiheesta löytyy liitteenä olevan rikkipesuritekniikkaa käsittelevän artikkelin lopusta liitteestä 2.



Kuva 3.4. Arvio polttoainelaatujen kysynnän kehityksestä (ks. liite 2).

4 RIKKIPESURIEN INVESTOINTI-, KÄYTTÖ- JA KOKONAISKUSTANNUKSET

MARPOL 73/78 -yleissopimuksen VI liite mahdollistaa pakokaasujen jälkikäsitteilyn vaihtoehtona vähärikkiselle polttoaineelle. Rikin poistosta pakokaasusta on runsaasti kokemuksia maalla sijaitsevista energialaitoksista, mutta toistaiseksi hyvin vähän laivoihin asennetuista laitteista.

Rikin pesu laivojen pakokaasusta on vaihtoehto, jonka mielekkyys ja taloudellisuus kasvavat korkearikkisen (rikkipitoisuus yli 1,5 %) ja vähärikkisen (rikkipitoisuus esimerkiksi 0,5 % ja 0,1 %) polttoaineiden hintaeron kasvaessa. On muistettava, että rikkipesuria käytettäessä on mahdollista käyttää Itämerelläkin rikkipitoisuudeltaan yli 1,5-prosentista polttoainetta ja siten kasvattaa hintaeroa. Voidaan myös olettaa hintaeron kasvavan tulevaisuudessa, kun vähärikkisen kevyen polttoöljyn kysyntä kasvaa.

Toistaiseksi Itämerellä purjehtivissa laivoissa ei ole käytössä rikkipesureita, mutta ensimmäinen Itämerelle soveltuva laitteisto on koekäytössä M/T Suulalla. Laskelmia laitteen hyödyistä polttoainekulujen säästämiseksi ei tässä selvityksessä ole voitu tehdä. Liitteessä on esitetty tarkemmin laitevalmistajan tekemiä laitteiston asentamiseen ja käyttöön liittyviä kustannuslaskelmia. Lisää tekniikan yksityiskohdista sekä kustannustehokkuudesta löytyy niin ikään liitteestä.

Laivoihin sopivia rikkipesureita voi olla periaatteeltaan kahdentyyppisiä: merivesipesuri ja makeavesipesuri. Molemmissa tapauksissa pakokaasusta erotettu rikki ohjataan mereen.

Merivesipesurin toimintaperiaate on ohjata pakokaasu meriveden läpi, jolloin merivesi absorboi rikkiyhdisteet (ja muitakin epäpuhtauksia kuten hiukkasia ja raskasmetalleja). Meriveden pesutehokkuus perustuu sen alkaliniteettiin ja siksi vähäsuolaisissa vesissä, kuten Itämerellä, pitää merivettä käyttää huomattavasti enemmän verrattuna valtameriolosuhteisiin. Pakokaasusta pesty rikki ohjataan pesuveden mukana mereen.

Makeavesipesurin (ks. liite) puhdistus- ja rikinoksidien neutralointikyky perustuu pesuveden pH:n ylläpitoon lipeäliuoksen avulla. Suljetussa kierrossa olevan pesuveden pH pidetään koko prosessin ajan lähellä neutraalia eikä meriveden laatu vaikuta puhdistustehokkuuteen. Prosessissa rikin oksidit neutraloidaan vaarattomaan muotoon sulfaateiksi, jotka lasketaan pesuveden mukana mereen. Mereen laskettavan puhdistetun pesuveden pH on neutraali eikä siten juurikaan poikkea meriveden pH:sta.

Rikkipesureiden pesuvedet pumpataan mereen erillisten puhdistuslaitosten läpi, joissa erotetaan öljy (hiilivetyjä) ja muita epäpuhtauksia. Erotettu liete on samankaltaista kuin perinteinen konehuoneesta peräisin oleva liete ja voidaan siten jättää satamaan. Satamiin on siis varustauduttava ottamaan vastaan aluksilta tulevat rikkipesurien jätteet.

Puhdistamaton rikkipesurien pesuvesi saattaa aiheuttaa riskin ympäristölle. Esimerkiksi raskasmetallit, öljy ja typen yhdisteet sekä pesuveden pH, joka voi poiketa merkittävästi meriveden pH:sta. Pesuvesillä voi erityisesti satamissa ja jokisuistoissa sekä muilla kapeilla, matalilla väylillä sekä saaristossa olla haitallisia ympäristö-vaikutuksia erityisesti, jos rikkipesurien käyttö yleistyy. Toisaalta taas rikkipesuri poistaa pakokaasusta hai-

tallisia yhdisteitä, jotka laskeutuisivat ympäristöön ilmakehän kautta ilman kontrolloitua talteenottoa. Ympäristölle aiheutuvan riskin minimoimiseksi IMO on määritellyt kriteerit mereen laskettavan pesuveden laadulle ja jatkuvalle monitoroinnille.

Rikkipesuri voidaan asentaa olemassa oleviin laivoihin ja uusiin laivoihin tietyin edellytyksin. Suurimpana haasteena voidaan pitää puhdistustehokkuutta ja laitteen kokoa, joka kasvaa tehokkuuden kasvaessa. Laivojen näkökulmasta puhdistuslaitteen tilan tarve saattaa joissakin tapauksissa olla pois laivan ansaintakyvystä. Laitteiston asentaminen jo olemassa oleviin aluksiin on luonnollisesti huomattavasti hankalampaa kuin uusiin, jolloin sen vaatimat tilaratkaisut voidaan huomioida jo suunnitteluvaiheessa.

Tätä raporttia varten haastateltiin Wärtsilän edustajia, jotka toimittivat raportin liitteenä olevat tiedot. Rikkipesureille on vain harvoja valmistajia. Tässä tutkimuksessa ei tehty tarkempaa selvitystä toimittajien lukumäärästä.

5 SUOMEN MERIKULJETUKSIA KOSKEVA KOKONAISKUSTANNUS-ARVIO

Polttoainekustannusten ja rikkipesurien käytön aiheuttamien kustannusten perusteella voidaan arvioida eri vaihtoehtojen aiheuttama lisäkustannus Suomen ulkomaan kuljetuskustannuksiin kertomalla polttoaineen hinnan nousu Suomen merikuljetusten tarvitsemalla polttoainemäärällä.

Tässä tutkimuksessa on käytetty Merenkululaitoksen toimittamaa luetteloa laivoista (1 437 kpl), jotka vuonna 2007 ovat maksaneet väylämaksuja Suomelle. Taulukossa 5.1 näitä laivoja on tarkasteltu lähemmin ja laivat ovat jaettu tyyppin mukaan eri ryhmiin. Jokaiselle laivalle erikseen on arvioitu polttoaineenkulutus vuodelle 2007 perustuen HELCOMin ShipNODep-hankkeen tuottamiin polttoainekulutusarvioihin Itämeren alueella. ShipNODep-hankkeessa jokaiselle Itämerellä liikennöivälle laivalle arvioitiin polttoaineenkulutus erikseen sekä pääkoneille että apukoneille.

Suomelle väylämaksua maksavista laivoista 1 081 laivaa kävi Pohjanmeren alueella vuonna 2007. Tämä selviää HELCOM AIS -tilastopalvelimella olevasta AIS -tiedosta. Pohjanmeri on myös SECA alue, joten polttoainekulutusarvio kyseiselle laivalle on laskettava yhteen laivan Itämeren alueella käyttämän polttoaineen kanssa.

Taulukko 5.1. Analyysi Suomelle väylämaksua vuonna 2007 maksaneista laivoista

Laivatyyppi	Lukumäärä
matkustaja-alus (sis. matkustaja-autolautat)	34
risteilyalus	61
suurnopeusalus	7
lastilautta (ro-ro)	151
irtolastialus (bulk)	86
muu kuivalastialus	793
säiliöalus	266
muu alus	39
yhteensä	1 437
Pohjanmerellä käyneet laivat	1 081
Suomen lipun alla purjehtivia laivoja	108

Polttoaineenkulutuksen laskennassa käytetyt oletusarvot on esitetty taulukossa 5.2. Pohjanmerellä kulutetun polttoaineen määrän arvioinnissa on käytetty keskimääristä ajoaikaa sekä laivan moottoritietoja (ks. kaava 3). Alusten keskimääräinen tehonkäyttö on 80 prosenttia kokonaiskonetehoista.

Skenaario 1 kuvaa laskutapaa, jossa muuttujat on valittu siten, että tuloksena saadaan (tällä laskutavalla) korkein polttoainekulutusarvio (maksimi skenaario). Skenaariossa 2 muuttujat on valittu siten, että saadaan polttoainekulutuksesta ns. minimiarvio. ”Keskimääräinen (asiantuntija)” -skenaariota on käytetty luomaan tuloksissa esitetty paras arvio rikkisäädösten aiheuttamille lisäkustannuksille. Laskennassa käytetyt muuttujat eri skenaarioille on esitetty taulukossa 5.2. Skenaarioilla 1 ja 2 saadaan muodostettua arviot

polttoaineenkulutukselle SECA alueella, joiden väliin todellisen polttoaineenkulutuksen oletetaan jäävän.

Taulukko 5.2. Polttoaineenkulutuksen laskennassa käytettyjä oletusarvoja. Hinta-arvioina on käytetty taulukon 3.1 arvoja.

	Polttoaineen hinta (euroa)		
	Skenaario 1	Skenaario 2	Keskimääräinen (asiantuntija-arvio)
Kaasuöljyn (MGO) hinta	500	470	485
Raskaan polttoöljyn (LS380 1,5 %-S) hinta	271	271	271
Hintaero raskaan polttoöljyn (LS380 1,5 %-S) ja MGO:n välillä (ks. taulukko 3.1)	229	199	214
Ajoaika Pohjanmerellä (vrk)	10	2	4
Ajoaika Itämerellä (Itämerellä, vrk)	10	4	7

On kuitenkin muistettava, ettei Suomelle aiheutuva lisäkustannusarvio ole laskettavissa kokonaispolttoainekustannuksesta (kyseessä olevien laivojen osalta), vaan on arvioitava osuus yksittäisen laivan polttoaineenkulutuksesta liittyen Suomen tuontiin tai vientiin. Tässä selvityksessä olemme tehneet oletuksia, joiden mukaan laivoille annetaan kerroin (K, ks. kaava 1), joka määrää Suomelle allokoituvan polttoaineenkulutuksen osuuden. Perusoletuksena kerroin on yksi kaikille laivoille, jotka käyvät Suomessa yli 30 kertaa tai joiden kokonaiskulutus Itämerellä on alle 100 tonnia yhtä Suomessa käyntiä kohti vuonna 2007. Muissa tapauksissa polttoaineenkulutus on laskettu kaavalla 2.

$$\text{Kaava 1: } K = \text{Suomessa käyntien määrä} * \frac{P_{\text{kok}} * 0,8 * S * t_{\text{Itämerellä}}}{\text{Kulutus}_{\text{Itämerellä}}}$$

Jossa:

K = allokointikerroin, jolla lasketaan Suomelle merkityksellinen kokonaispolttoainekulutuksen osuus kyseiselle laivalle

P_{kok} = laivaan asennettu kokonaiskoneteho

S = kulutuskerroin 180 g/kWh

t_{Itämerellä} = aika jonka alus tarvitsee tullessaan Tanskan salmesta Suomen satamaan ja takaisin

Kulutus_{Itämerellä} = ShipNODep-hankkeen laskema kulutus tietylle laivalle Itämeren alueella vuonna 2007

Kaava 2:

Laivan X Suomelle allokoituvan polttoaineen osuus

$$K * (\text{Kulutus}_{\text{Itämerellä}} + \text{Kulutus}_{\text{Pohjanmerellä}})$$

Kaava 3:

$$\text{Kulutus}_{\text{Pohjanmerellä}} = \text{Pohjanmerellä käyntien määrä} * P_{\text{kok}} * 0,8 * t_{\text{Pohjanmerellä}}$$

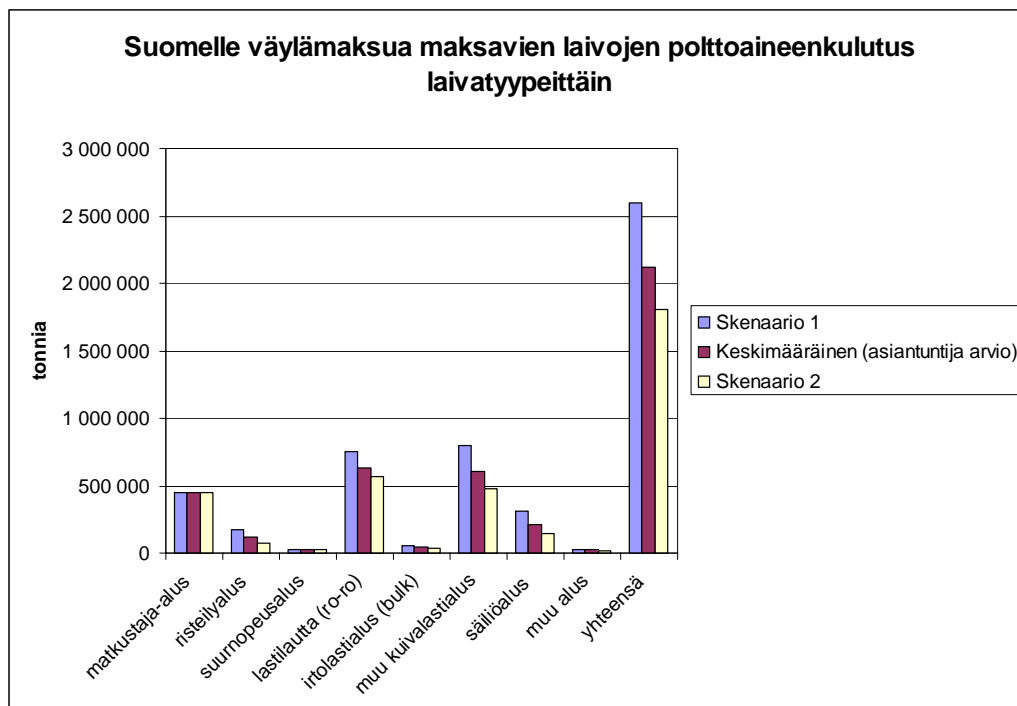
Pohjanmerellä käyntien määrä on rajoitettu siten, että se ei voi olla suurempi kuin Suomessa käyntien määrä

Kaavaa 1 käytetään luotaessa kertoimet alle 30 kertaa Suomessa käyneille laivoille, mikä varmistaa riittävällä tarkkuudella kokonaiskulutuksen allokoinnin. Taulukossa 5.3 esitetään lasketut arviot polttoaineenkulutuksille ja lisäkustannuksille eri skenaarioissa, kun oletetaan, että aluksissa siirrytään käyttämään kevyttä polttoöljyä, käytännössä kaasuoöljyä (MGO), raskaan polttoöljyn sijaan.

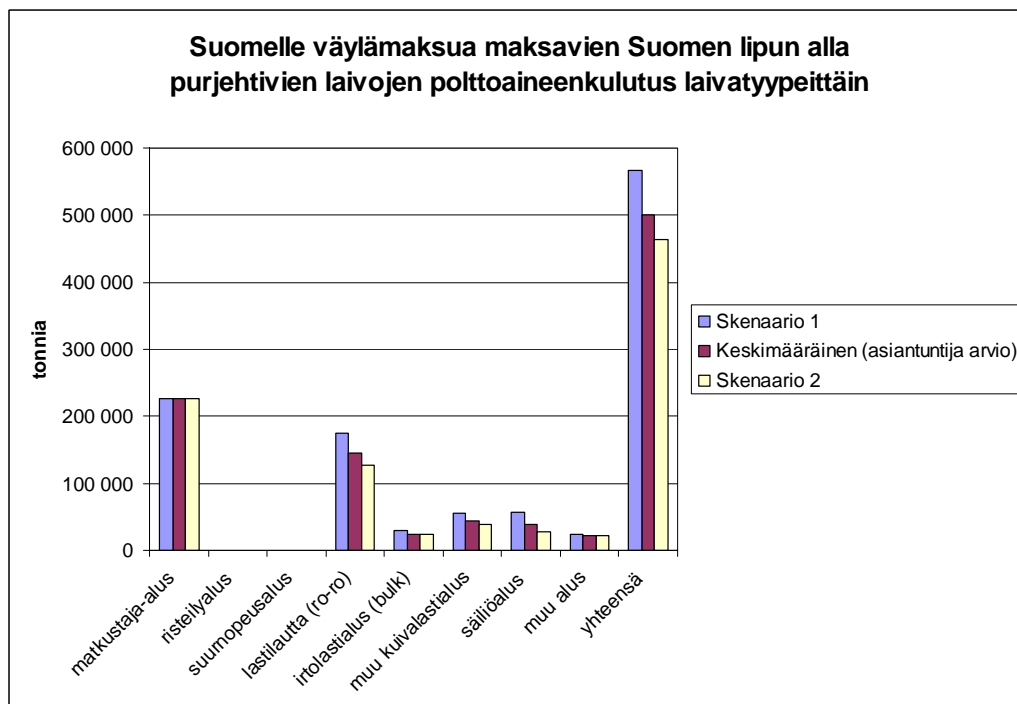
Taulukko 5.3. Lasketut polttoaineenkulutukset ja arvioitu lisäkustannus eri skenaarioille. Eri skenaarioiden lisäkustannusarviot perustuvat taulukon 5.2 polttoaineen hinnan oletusarvoihin.

Skenaario 1	Kaikki Suomelle väylämaksua maksavat laivat		Suomen lipun alla purjehtivat laivat	
	polttoaineen- kulutus (tonnia)	lisäkustannus- arvio euroissa	polttoaineen- kulutus (tonnia)	lisäkustan- nusarvio euroissa
Alustyytit				
matkustaja-alus	452 776	98 501 422	226 527	49 280 984
risteilyalus	173 831	37 817 042	472	102 757
suurnopeusalus	25 625	5 574 797	0	0
lastilautta (ro-ro)	751 849	163 564 714	175 135	38 100 713
irtolastialus (bulk)	56 865	12 370 966	28 654	6 233 611
muu kuivalastialus	798 854	173 790 727	55 608	12 097 558
säiliöalus	308 217	67 052 621	57 271	12 459 414
muu alus	24 945	5 426 775	23 468	5 105 523
yhteensä	2 592 963	564 099 065	567 137	123 380 560
Skenaario 2	Kaikki Suomelle väylämaksua maksavat laivat		Suomen lipun alla purjehtivat laivat	
	polttoaineen- kulutus (tonnia)	lisäkustannus- arvio euroissa	polttoaineen- kulutus (tonnia)	lisäkustan- nusarvio euroissa
Alustyytit				
matkustaja-alus	452 201	85 488 639	225 952	42 716 293
risteilyalus	76 366	14 437 076	248	46 958
suurnopeusalus	25 625	4 844 475	0	0
lastilautta (ro-ro)	572 659	108 261 126	126 914	23 993 129
irtolastialus (bulk)	35 727	6 754 101	23 144	4 375 381
muu kuivalastialus	475 975	89 983 032	38 676	7 311 668
säiliöalus	144 078	27 237 894	27 033	5 110 562
muu alus	22 429	4 240 264	21 946	4 148 829
yhteensä	1 805 060	341 246 607	463 913	87 702 821
Keskimääräinen (asiantuntija arvio)	Kaikki Suomelle väylämaksua maksavat laivat		Suomen lipun alla purjehtivat laivat	
	polttoaineen- kulutus (tonnia)	lisäkustannus- arvio euroissa	polttoaineen- kulutus (tonnia)	lisäkustan- nusarvio euroissa
Alustyytit				
matkustaja-alus	452 345	91 961 721	226 096	45 965 329
risteilyalus	118 843	24 160 839	304	61 880
suurnopeusalus	25 625	5 209 636	0	0
lastilautta (ro-ro)	629 915	128 061 628	144 490	29 374 856
irtolastialus (bulk)	43 478	8 839 005	24 725	5 026 628
muu kuivalastialus	608 468	123 701 500	44 153	8 976 256
säiliöalus	213 596	43 424 048	38 563	7 839 935
muu alus	23 300	4 736 964	22 457	4 565 605
yhteensä	2 115 570	430 095 340	500 789	101 810 489

Eri alustyyppien polttoaineenkulutusmäärät on esitetty kuvissa 5.1 ja 5.2. Laskutavasta riippuen kokonaispolttoainekulutus vuoden 2007 alusliikenteelle liittyen Suomen tuontiin ja vientiin oli 1,8–2,6 miljoonaa tonnia. Tuosta määrästä erotettu Suomen lipun alla purjehtivien laivojen osuus on 0,46–0,57 miljoonaa tonnia. Polttoaineenkulutukset on esitetty edellä taulukossa 5.3.

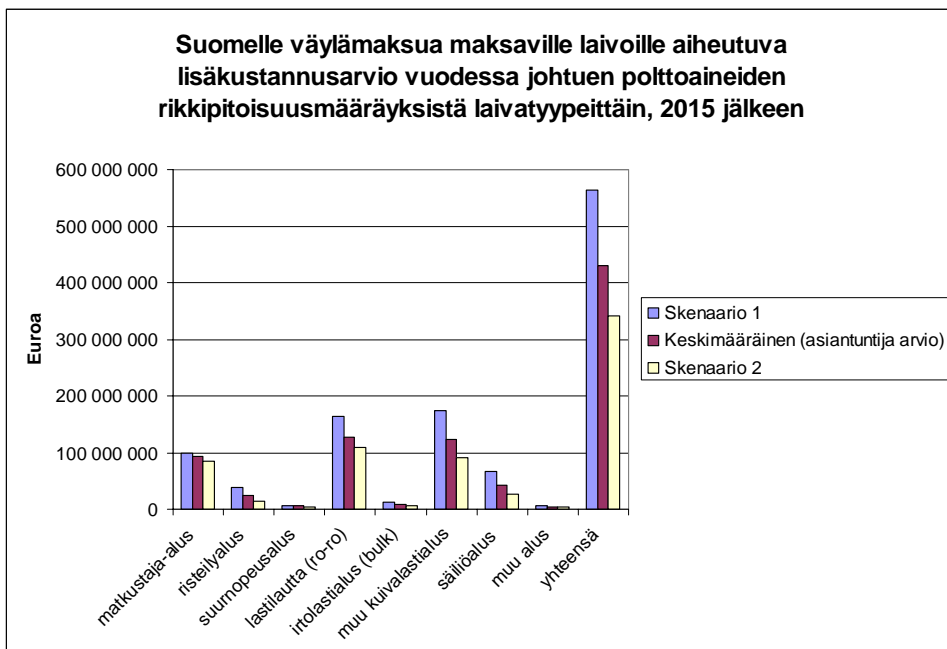


Kuva 5.1. Suomelle väylämaksua maksavien laivojen polttoaineenkulutus alustyypeittäin

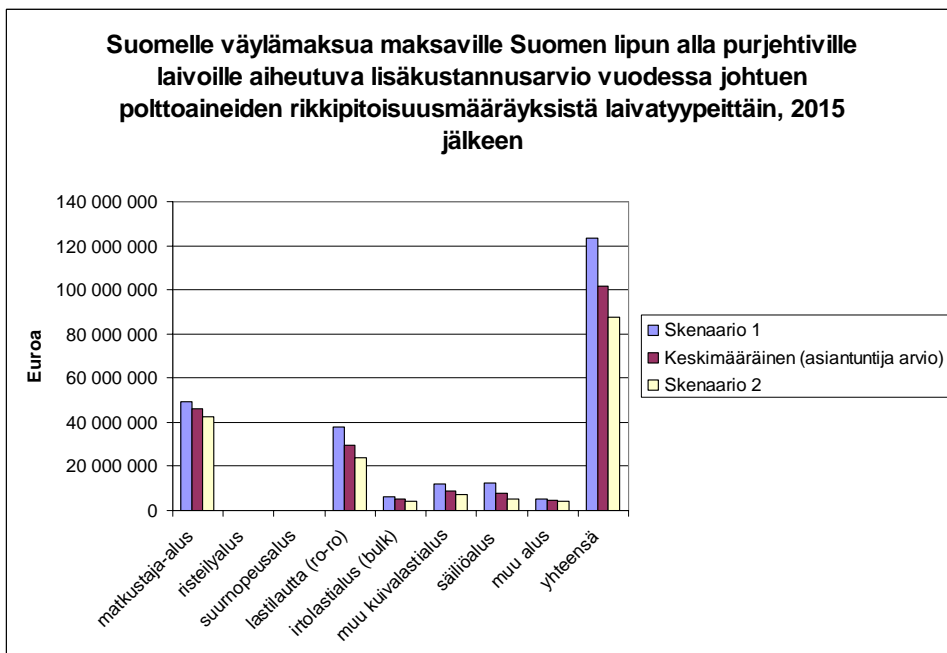


Kuva 5.2. Suomelle väylämaksua maksavien suomalaisten laivojen polttoaineenkulutus alustyypeittäin

Eri alustyypeille aiheutuvat lisäkustannusarviot on havainnollistettu kuvissa 5.3 ja 5.4. Lisäkustannusarviossa on huomioitu kustannusvaikutukset polttoainelaadun muuttuessa rikkipitoisuudeltaan 1,5-prosenttisesta raskaasta polttoöljystä 0,1-prosenttiseen kevyeen polttoöljyyn. Eri skenaarioiden lisäkustannusarviot perustuvat taulukon 5.2 polttoaineen hinnan oletusarvoihin.

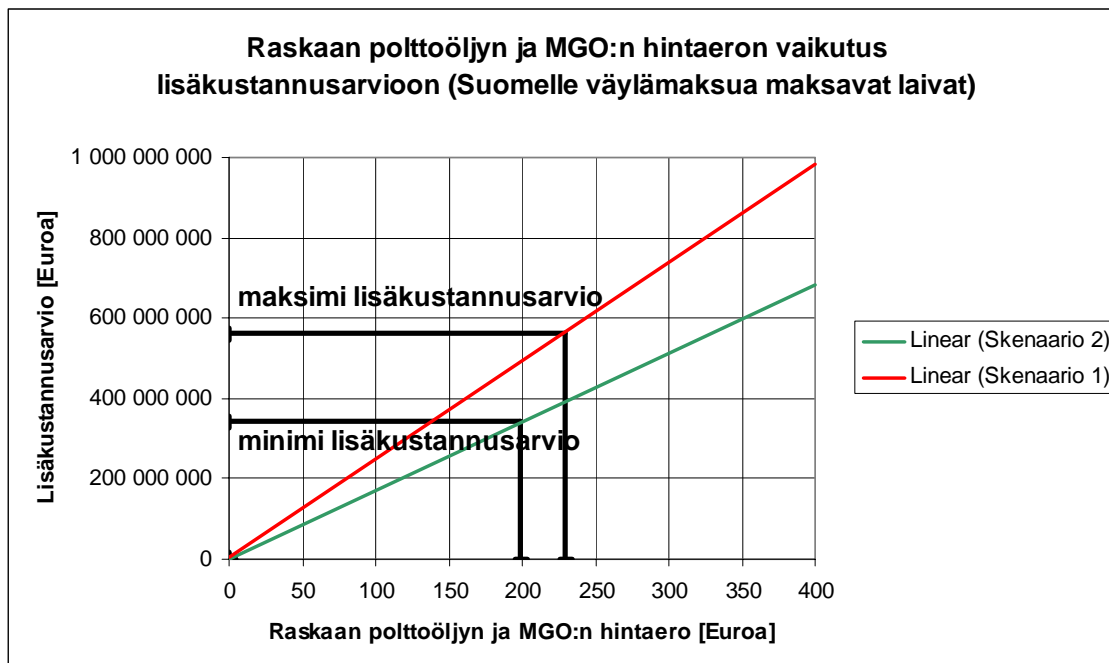


Kuva 5.3. Suomelle väylämaksua maksaville laivoille aiheutuva lisäkustannusarvio polttoaineen vaihtumisesta raskaasta polttoöljystä kaasuöljyyn alustyypeittäin, rajoitukset astuvat voimaan porrastetusti 2015 jälkeen.

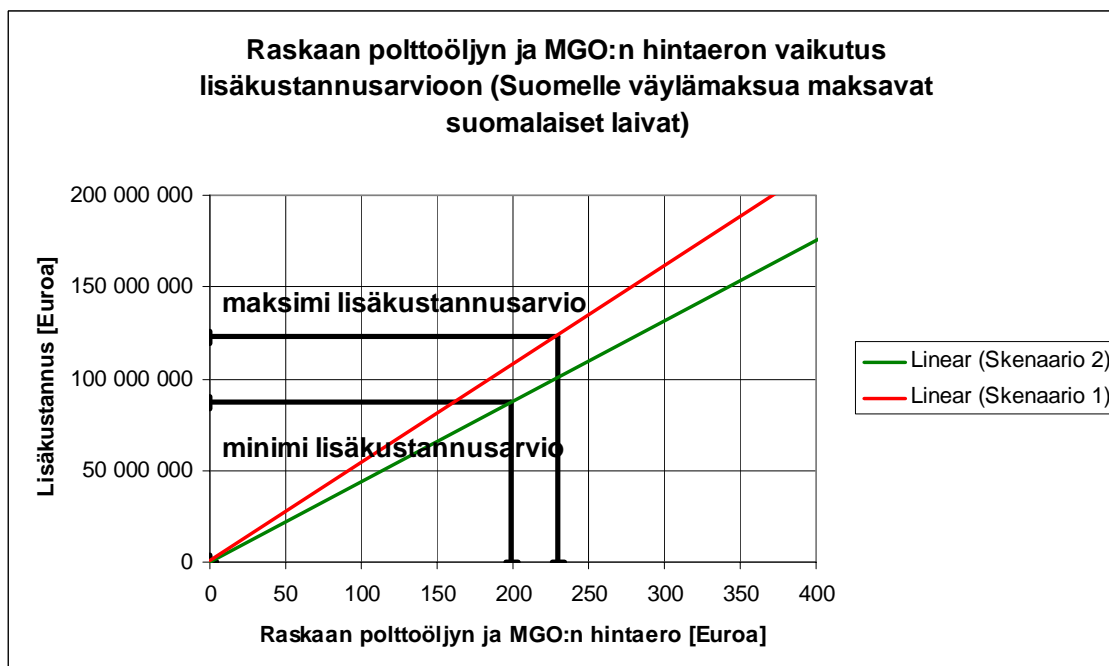


Kuva 5.4. Suomelle väylämaksua maksaville suomalaisille laivoille aiheutuva lisäkustannusarvio polttoaineen vaihtumisesta raskaasta polttoöljystä kaasuöljyyn alustyypeittäin, rajoitukset astuvat voimaan porrastetusti 2015 jälkeen.

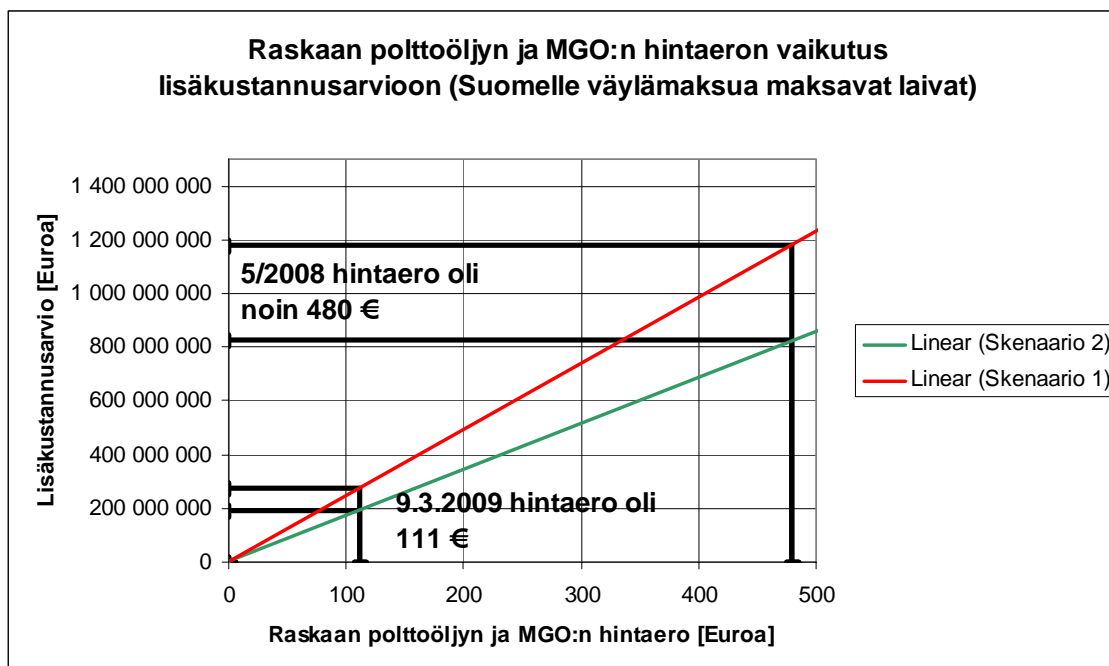
Raskaan polttoöljyn ja kaasuöljyn hintaeron vaikutukset lisäkustannuksiin on puolestaan havainnollistettu kuvissa 5.5–5.8. Eri skenaarioiden lisäkustannusarviot perustuvat taulukon 5.2 polttoaineen hinnan oletusarvoihin.



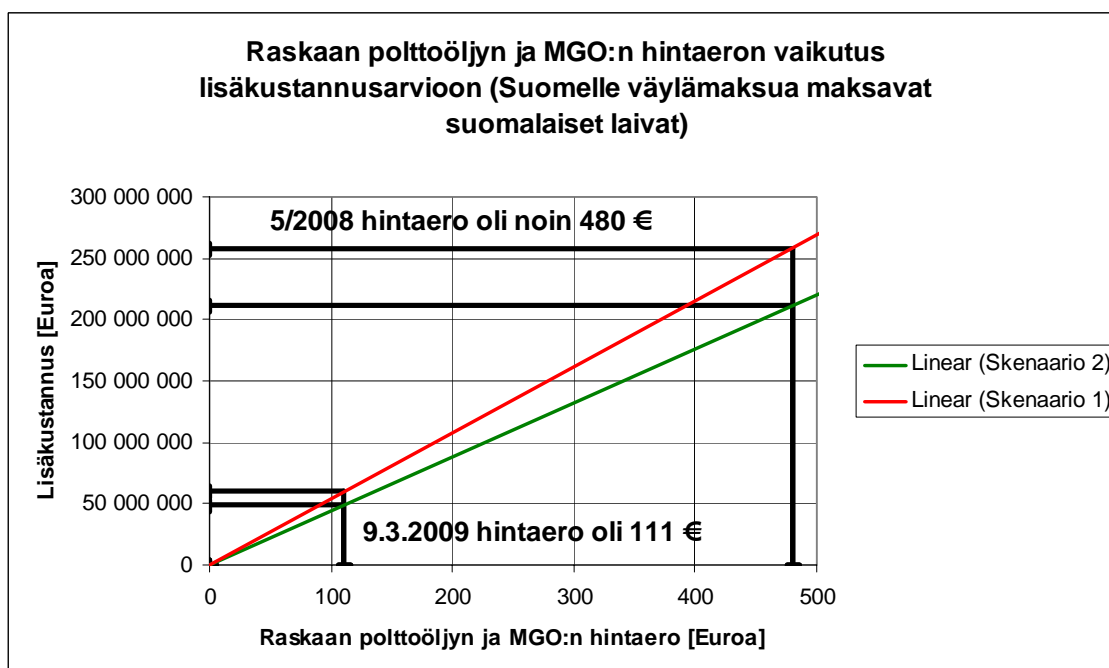
Kuva 5.5. Hintaeron vaikutus Suomelle väylämaksua maksaville laivoille aiheutuvasta lisäkustannuksesta polttoaineen vaihtuessa raskaasta polttoöljystä kaasuöljyyn.



Kuva 5.6. Hintaeron vaikutus Suomelle väylämaksua maksaville suomalaisille laivoille aiheutuvasta lisäkustannuksesta polttoaineen vaihtuessa raskaasta polttoöljystä kaasuöljyyn.



Kuva 5.7. Lisäkustannusarvio nykyisellä hintaerolla (9.3.2009) ja toukokuun 2008 hintaerolla, jolloin ero oli korkeimmillaan.



Kuva 5.8. Lisäkustannusarvio nykyisellä hintaerolla (9.3.2009) ja toukokuun 2008 hintaerolla, jolloin ero oli korkeimmillaan (Suomen lipun alla purjehtivat laivat).

Edellisissä laskelmissa ei ole huomioitu, kuinka suuret lisäkustannukset aiheutuvat tälle SECA-alueiden ulkopuolelle suuntautuvalla liikenteellä, jos polttoaineen vaihto aluksella ei erinäisistä syistä ole mahdollista ja jos ne joutuvat käyttämään kalliimpaa vähärikistä polttoainetta myös SECA-alueiden ulkopuolella. Laskelmissa ei ole huomioitu myöskään sellaista vaihtoehtoa, että kaukokuljetukset siirtyisivät uudelleenlastattaviksi sellaisessa eurooppalaisessa SECA-alueiden ulkopuolisessa satamassa, johon voi ajaa

korkearikkisellä polttoaineella. Laskelmissa ei ole myöskään huomioitu Itämerelle sopivan rikkipesurin mahdollisesta käytöstä saavutettavaa säästöä polttoainekuluissa. Selvitykseen on liitetty suomalaisen laitevalmistajan arviot investointi- ja käyttökustannuksista.

6 POLTTOAINEIDEN ARVIOIDUN HINNANNOUSUN VAIKUTUS RAHTIHINTATASOON JA TIETTYIHIN TOIMIALOIHIN

Alusten käyttämän polttoaineen maksaja riippuu aluksen rahtaus sopimuksesta (taulukko 6.1). Jos alus on sen omistavan varustamon omassa liikenteessä, varustamo luonnollisesti maksaa kaikki kustannukset polttoaine mukaan luettuna. Aikarahtauksessa (time charter) varustamo vuokraa aluksen rahtiajalle tiettyyn hintaan tietyksi ajaksi. Aikarahtaja maksaa liikennöintiin liittyvät kustannukset, joihin polttoainekustannukset kuuluvat, ja varustamo päiväkustannukset. Matkarahtaus (voyage charter) koskee lastin kuljettamista lastaus satamasta purkusatamaan ja siinä varustamo maksaa päiväkustannusten lisäksi myös liikennekustannukset eli muun muassa polttoainekustannukset. Bare boat -rahtauksessa varustamo vastaa vain aluksen pääomakustannuksista ja joistakin vakuutusmaksuista, kaikista muista kuluista vastaa rahtaja. (Karhunen ym. 2004.)

Taulukko 6.1. Polttoainekulujen maksaja eri rahtausmuodoittain.

Rahtausmuoto	Polttoainekulujen maksaja
Aikarahtaus (time charter)	Rahtaja
Matkarahtaus (voyage charter)	Varustamo
Bare boat -rahtaus (alusvuokra)	Rahtaja

Rahtihintoja lähestytään tässä kuljetuskustannusten kautta. Varustamoilta ja EK:n toimialaliitoilta kerättyjen asiantuntijankemysten perusteella näyttää siltä, että kohoava päiväkustannus siirtyy ainakin tietyllä viiveellä kokonaisuudessaan rahtihintoihin⁹. Taulukossa 6.2 kuvataan kuinka paljon tiettyjen esimerkkeinä toimivien rahtityyppien kuljetuskustannukset¹⁰ kohoavat prosentuaalisesti kuljetettua tonnia tai TEU:ta kohden. Konttien ja kuivabulk-aluksilla kuljetettavan irtolastin rahtihinnat näyttäisivät kohoavan prosentuaalisesti eniten. Huomionarvoista on, että tämän arvion mukaan raskaasta polttoöljystä kevyeen siirtymisen vaikutus rahtihintatason kohoamiseen on erittäin merkittävä. Tämä rasittaa erityisesti sellaisia vientialoja, jotka ovat kaukana päämarkkina-alueilta. Varustamot ovat lisäksi esittäneet huolen siitä, että liian korkeat polttoainehinnat saattavat aiheuttaa siirtymää muihin kuljetusmuotoihin.

Esimerkiksi Suomen meritse tapahtuvasta konttiliikenteestä noin 49 prosenttia (ilman transitoliikennettä 59 %) on Euroopan ulkopuolisten maiden ja Suomen välistä liikennettä (konttituonnissa 23 % ja konttiviennissä 70 %) (Venäläinen 2008: 7–9). Kontit tuodaan pääasiassa valtamerialuksilla Manner-Euroopan satamiin, kuten Rotterdamiin ja Hampuriin, joista ne jälleenlastataan konttifeeder-aluksiin Suomeen kuljetettaviksi. Viennissä käytetään vastaavanlaista kuljetusketjua toisin päin.

⁹ Yrityksestä huolimatta selvityksen tekemiseen varatussa lyhyessä ajassa ei kyetty selvittämään kattavasti polttoainekustannusten osuutta eri rahtityyppien rahtihinnoista.

¹⁰ Esimerkkinä toimivat rahtityypit on jaettu kuljetettavaksi tietyllä alustyyppillä, joten tässä tarkastellaan aluskustannusten arvioitua kohoamista tonnia/TEU:ta kohden (vertaa taulukoita 3.2 ja 3.3).

Taulukko 6.2. Polttoaineiden arvioidun hinnannousun vaikutukset rahtihintatasoon (prosenttia korkeammat kuin nykyisin).

Rahtityyppi	Rikkipitoisuus		
	1,0 %	0,5 %	0,1 %
Kontti	4–13 %	8–18 %	44–51 %
Paperirulla	3–10 %	6–14 %	35–40 %
Rekka-auto	3–10 %	6–14 %	35–41 %
Henkilöauto	3–10 %	6–14 %	35–41 %
Öljy	3–8 %	5–11 %	28–32 %
Rahtitonni irtolastialuksilla	4–11 %	7–15 %	39–44 %
Puutavara	3–10 %	6–14 %	35–40 %
Teräsvalmisteet	3–10 %	6–14 %	35–40 %

Seuraavassa tarkastellaan polttoaineen arvioidun hinnannousun vaikutuksia erikseen toimialoittain. Suomen teollisuudelle koituvat arvioidut lisäkustannukset (tässä käytetyn arvion mukaan noin 430 miljoonaa euroa) on jaettu eri toimialoittain niiden viennin ja tuonnin prosentuaalisen osuuden tonneista (taulukko 6.3) mukaan¹¹. Kokonaiskuljetusmäärästä tuontia on 58 prosenttia ja vientiä 42 prosenttia (Merenkululaitos 2007), mikä on otettu huomioon laskettaessa toimialan osuutta kokonaismeriliikenteestä. Erityisesti metsä- ja metalliteollisuuden kustannukset näyttäisivät kohoavan. Muiden palveluiden suuri osuus tuonnista selittyy sillä, että toimialaan lasketaan kuuluvaksi tässä myös sähkö- kaasu- ja vesihuolto.

Taulukko 6.3. Suomen ulkomaankaupan meriliikenteen tonnimäärien arvioitu prosentuaalinen jakautuminen eri toimialoille ja tämän jakauman perusteella laskettu polttoaineiden arvioidun hinnannousun aiheuttama arvioitu lisäkustannus.

Toimiala	Vienti	Tuonti	Yhteensä	Arvioitu lisäkustannus €
Maatalous	0,0 %	0,7 %	0,41 %	1 763 994
Metsätalous	0,0 %	0,0 %	0,00 %	382
Kaivostoiminta	4,7 %	0,0 %	2,02 %	8 668 913
Rakentaminen	0,9 %	8,1 %	5,02 %	21 581 213
Metsäteollisuus	51,5 %	9,5 %	27,64 %	118 890 562
Metalliteollisuus	9,1 %	18,4 %	14,36 %	61 776 307
Teknolomiteollisuus	0,4 %	0,4 %	0,43 %	1 838 810
Kemianteollisuus	24,1 %	6,8 %	14,22 %	61 169 232
Elintarviketeollisuus	3,1 %	2,1 %	2,51 %	10 812 674
Muu teollisuus	3,7 %	2,3 %	2,89 %	12 416 636
Kauppa	2,3 %	6,9 %	4,92 %	21 153 124
Muut palvelut	0,2 %	44,9 %	25,58 %	110 023 494
Yhteensä	100 %	100 %	100 %	430 095 340

¹¹ Toimialojen prosentuaaliset osuudet on arvioitu jakamalla Tullihallituksen (2009) ulkomaankauppatalojen tavaralajien (SITC-taso 3) tonni- tai euromäärät vuodelta 2007 asiantuntijalausuntojen perusteella tietyille toimialalle tai tietyille toimialoille.

7 POLTTOAINEEN RIKKIPITOISUUDEN VAIKUTUKSIA YMPÄRISTÖN TILAAN JA IHMISEN TERVEYTEEN

7.1 Rikkidioksidi

Rikkiä on ilmakehässä kaikkialla, yleisimmät rikkiyhdisteet ovat H_2S , CH_3SCH_3 , CS_2 , OCS ja SO_2 . Näistä polttoaineiden palamisprosesseissa energiantuotannossa sekä teollisuusprosesseissa syntyvä rikkidioksidi (SO_2) on paitsi haitallinen ihmisten terveydelle ja ekosysteemeille, myös tärkeä ravinne. Rikkipäästöt ovat olleet Suomessa laskussa, ja päästöjen pieneneminen näkyy selkeästi ilman rikkidioksidipitoisuuksien ja rikkilaskeumien alenemisena kaikkialla Suomessa, niin tausta-asemilla kuin kaupunkien liikenne- ja teollisuusasemilla.

Nykyisin rikkidioksidipitoisuudet voivat kohota paikallisesti ja lyhytaikaisesti liittyen tyypillisesti teollisuuden toimintahäiriöihin. Viime vuosina Suomessa rikkidioksidipitoisuudet ovat pysytelleet terveyden suojelemiseksi annettujen raja-arvojen alapuolella.

Kaasumainen SO_2 hapettuu ilmakehässä rikkihapoksi ja sulfaateiksi pääasiassa hydrok-syyliiradikaalin välityksellä nopeudella joka vastaa noin viikon keskimääräistä elinikää. Vesifaasissa esim. pilvissä hapettuminen on huomattavasti nopeampaa. SO_2 poistuu ilmakehästä sekä kuivadeposition että märkädeposition kautta varsin tehokkaasti, joten sillä on myös lähilaskeumaa toisin kuin NO_2 :lla, joka poistuu ilmakehästä pääosin vasta muunnuttuaan typpihapoksi tai nitraateiksi ilmakemiallisissa reaktioissa. SO_2 :n keskimääräinen elinikä ilmakehässä on kaksi päivää, kun taas hapettumisprosessissa syntyvän sulfaatin elinikä on noin viisi päivää. Meriympäristössä tärkeä rikkiyhdiste on kasviplanktonin tuottama dimetyylisulfidi (DMS , CH_3SCH_3), jonka kemiallinen elinikä meriympäristössä on muutama päivä. (Hongisto 2009).

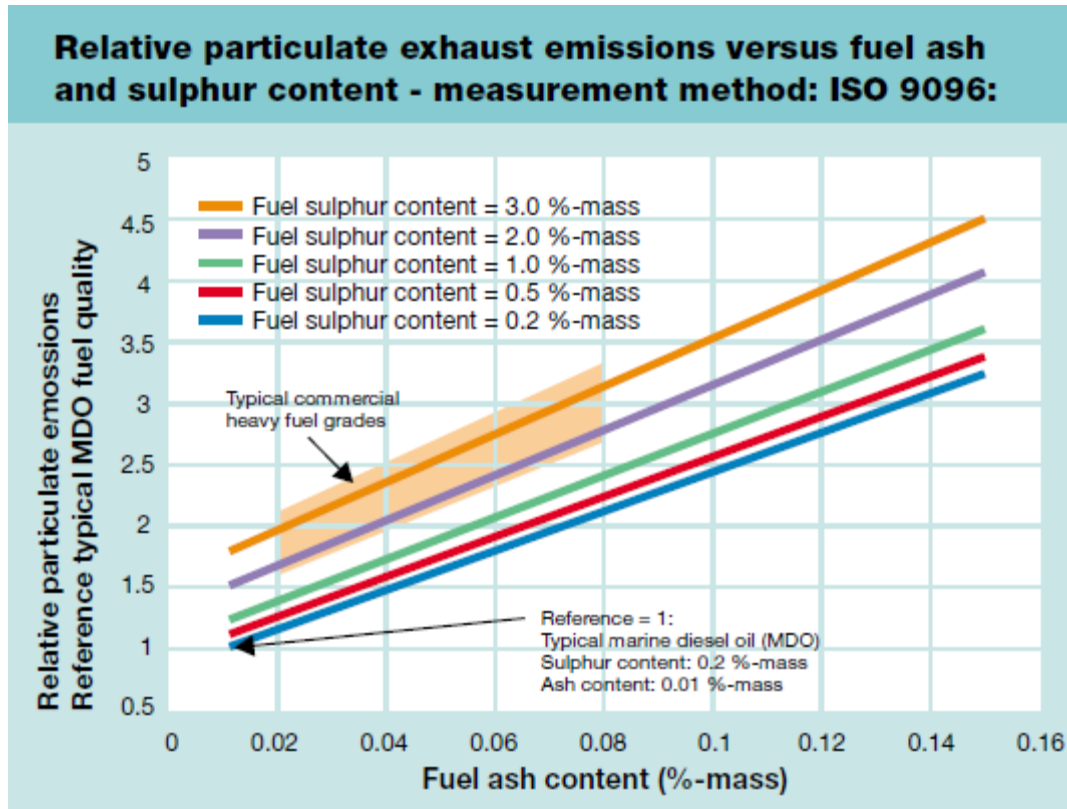
7.2 Pienhiukkaset

Pienhiukkasia tulee ilmaan muun muassa polttoaineiden palamisessa. Halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometrin (μm) hiukkaset ovat tyypillisiä dieselmoottorin palamisreaktiossa syntyviä hiukkasia. Pienhiukkaset ($\text{PM}_{2.5}$) ovat osa hengitettäviä hiukkasia ja ne voivat kulkeutua olosuhteista riippuen jopa tuhansia kilometrejä. Ilmanlaadun tarkkailussa on tarpeen kiinnittää huomio yhä pienempiin hiukkaskokoihin, sillä pienemmät hiukkaset tunkeutuvat hengitysilman mukana syvemmälle hengitystiehyihin. Corbettin (Corbett et al, 2007) tutkimuksen mukaan merenkulun pienhiukkaspäästöt aiheuttavat maailmassa 62 000–64 000 ihmisen ennen aikaisen kuoleman.

Polttoaineiden rikkipitoisuuden alentaminen vaikuttaa lineaarisesti hiukkasten massamäärään, samoin polttoaineen tuhkapitoisuuden aleneminen (kuva 7.1). MARPOL 73/78 -yleissopimuksen VI liitteen uudet määräykset tulevat voimakkaasti alentamaan hiukkaspäästöjä, vaikka ne eivät vielä suoranaisesti rajoita pienhiukkaspäästöjä. Jotta dieselmoottoreille voitaisiin antaa pienhiukkaspäästöjä koskevia päästörajoja, tulisi polttoaineen olla kevyttä polttoöljyä, jonka rikkipitoisuus on alle 0,05 prosenttia, jos aluksiin halutaan asentaa samantyyppisiä hiukkasloukkuja, kuin autoissa on nykyään käytössä. Polttoaineen rikkipitoisuuden ja myös tuhkapitoisuuden tulee olla alhainen, jotta hiukkasloukun hapetuskatalysaattori toimisi (Hellén 2009). Näin alhaisiin rikkipi-

toisuuksiin IMO:ssa ei vielä oltu valmiita menemään, vaan asiaan mahdollisesti palataan tulevaisuudessa.

On arvioitu, että dieselmootoreiden hiukkaspäästöt massana vähenevät 60–90 prosenttia vaihdettaessa polttoainelaatua raskaasta polttoöljystä dieselöljyyn (MDO) (IMO 2007). Kuvassa 7.1 näemme, miten hiukkasia syntyy raskaiden polttoöljyjen palamisesta huomattavasti enemmän kuin kevyistä polttoainelaaduista. Tarkemmin MARPOL 73/78 -yleissopimuksen VI liitteen ympäristövaikutuksia on koottu dokumenttiin BLG 12/INF.10/IMO 2007 (saatavana Merenkululaitokselta).

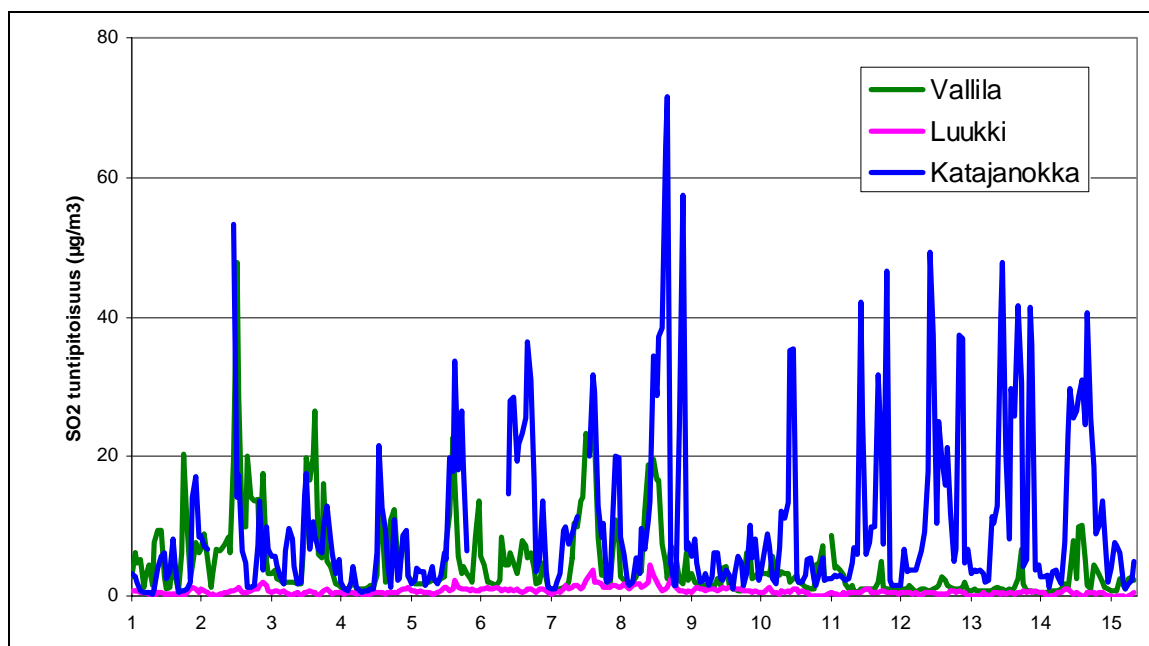


Kuva 7.1 Rikki- ja tuhkapitoisuuden vaikutus hiukkasten määrään. (Hellén 2003)

7.3 Laivojen polttoaineiden rikkipitoisuuden laskemisen vaikutus ilman laatuun

YTV on tehnyt ilmanlaadun mittauksia voimalaitosten päästöjen vaikutusten selvittämiseksi. Maalla voimalaitoksissa käytetään osin samankaltaisia ja jopa samoja dieselmootoreita kuin laivoissa ja siten olemassa olevaa tietoa pyrittiin käyttämään hyödyksi arvioitaessa laivojen polttoaineiden rikkipitoisuuden laskemisen ympäristövaikutuksia. Asiantuntijoiden kanssa käydyn keskustelun myötä toteamme vertaamisen voimalaitosten ja laivan välillä olevan erittäin hankalaa. Voimalaitosten piiput voivat olla noin 70 metriä korkeita, ja pakokaasujen lämpötila ja virtausnopeus vaikuttavat muiden tekijöiden ohella yhdisteiden leviämiseen. Vertailua hankaloittaa myös tiedon heikko saatavuus tai puute. Erityisesti voimalaitoksissa poltetun polttoaineen määrä- ja laatu tiedot ovat merkittävä tekijä ja niiden saaminen vaikeaa. Siksi vuosipäästöraporttien tulkinta vaatisi enemmän resursseja. Vuosipäästöraporteista on kuitenkin nähtävissä miten rikkioksidien ja hiukkasten määrä on laskenut tiukentuneen lainsäädännön myötä.

Helsingin Katajanokalla ja satama-alueella tehtyjen viimeaikaisten mittausten mukaan on selvää, että laivojen aiheuttamat rikkipäästöt näkyvät mittauksissa. Tuulen ohjatessa pakokaasun mittauspisteelle ovat kohoavat arvot selvästi havaittavissa. Vertailu Vallilan ja Luukin mittausasemien tuloksiin näkyy kuvassa 7.2. Maksimissaankaan piikit eivät kuitenkaan yllä haitalliselle tasolle. Satama-alueella laiturissa olevien laivojen rikkipäästöt tulevat putoamaan vuonna 2010 voimaan astuvan EU-määräyksen vuoksi. Silloin kaikkien EU-satamissa käyvien laivojen tulee käyttää rikkipitoisuudeltaan korkeintaan 0,1-prosenttista polttoainetta ollessaan laiturissa yli kaksi tuntia. Myös maasähkön yleistyvä käyttö tulee vähentämään laivasta aiheutuvia päästöjä satama-alueella.



Kuva 7.2. Katajanokalla vuoden 2009 alussa mitattu SO₂ tuntipitoisuus verrattuna Luukin ja Vallilan mittausasemiin.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ölly- ja Kaasualan Keskusliiton jäsenyritysten asiantuntija-arvioiden mukaan matala-rikkipitoisten eli kevyiden polttoainelaatujen hinnat ovat ja tulevat olemaan korkeammat kuin nykyisessä käytössä olevan raskaan polttoöljyn hinta. Tästä johtuen nykyisillä erityisalueilla, Itämerellä, Pohjanmerellä ja Englannin kanaalissa liikennöivien alusten polttoaine- ja aluskustannukset tulevat kasvamaan huomattavasti, kun MARPOL 73/78 -yleissopimuksen ilmansuojeluun liittyvän uudistetun VI liitteen rikkipitoisuusmääräykset tulevat asteittain voimaan. Tämä koskee myös globaalia merenkulkua, kun maailmanlaajuisesti siirrytään käyttämään rikkipitoisuudeltaan 0,5-prosentista polttoainetta vuonna 2020 tai viimeistään 2025. Kevyen polttoöljyn (meridieselin tai kaasuöljyn) käyttöönotto tulee aiheuttamaan merkittävimmän kustannusten nousun nykyisin käytössä olevaan raskaaseen polttoöljyyn verrattuna.

Polttoaineen saatavuuden arviointi osoittautui hankalaksi. Näillä näkymin polttoaineen saatavuudesta ei pitäisi aiheutua suurta ongelmaa, koska kasvava kysyntä luo tarjontaa. USA ja Kanada ovat myös tuomassa IMO:lle ehdotuksen näiden maiden merialueiden, jotka ulottuvat 200 meripeninkulmaan rannikosta, nimeämistä erityisalueiksi uusien rikkipitoisuusmääräysten osalta. Siinä vaiheessa kun kevyitä polttoaineita aletaan käyttää maailmanlaajuisesti, tulee öljyteollisuuden lisätä huomattavasti jalostuskapasiteettiaan kevyiden polttoainelaatujen kasvaneen kysynnän tyydyttämiseksi.

Asiantuntijahaastattelujen perusteella voidaan arvioida, että kohonneet polttoainekustannukset siirtyvät tietyllä viiveellä kokonaisuudessaan rahtihintoihin, mikä tarkoittaa sitä, että meriliikenteen rahtikustannukset tulevat kohoamaan huomattavasti, kun nykyistä tiukemmat rikkipitoisuusmääräykset tulevat voimaan vuonna 2015. Kohoavat rahtikustannukset kohdistuvat erityisesti vienti- ja/tai tuontiorientoituneille toimialoille kuten metalli- ja metsäteollisuuteen.

Suomeen liikennöivien alusten yhteenlaskettu polttoaineenkulutus on arvioitu vuoden 2007 kulutuksen mukaan kahden skenaarion pohjalta, jossa maksimikulutus on 2,6 miljoonaa tonnia (skenaario 1) ja minimikulutus 1,8 miljoonaa tonnia (skenaario 2). Tältä pohjalta aiheutuisi arvion mukaan Suomelle alusten siirtyessä vuoden 2015 alusta käyttämään raskaan polttoöljyn sijasta kevyttä polttoöljyä, tässä tapauksessa enimmäisrikkipitoisuudeltaan 0,1-prosentista kaasuöljyä, seuraavat lisäkustannukset polttoainelaatujen hintaeron ollessa:

- 1) 111 euroa tonnilta maksimi olisi 273 miljoonaa euroa ja minimi 190 miljoonaa euroa
- 2) 480 euroa tonnilta maksimi olisi 1 182 miljoonaa euroa ja minimi 823 miljoonaa euroa

Kustannuslaskelmissa ei ole huomioitu, kuinka paljon lisäkustannuksia aiheutuisi, jos kaukoliikenteen (SECA-alueiden ulkopuolelle suuntautuvat merikuljetukset) alukset joutuisivat käyttämään vähärikkistä polttoainetta myös SECA-alueiden ulkopuolella teknisten syiden vuoksi. Laskelmissa ei ole myöskään huomioitu Itämeren olosuhteisiin soveltuvan rikkipesurin mahdollisesta käytöstä saavutettavaa säästöä polttoainekuluissa.

Tämän selvityksen laskentamalli on luonteeltaan sen tyyppinen, että se toimii jatkossa hyvänä pohjana ja lähtökohtana, kun päivitetään lukuja uusimman tiedon ja arvioiden pohjalta.

LÄHDELUETTELO

- Corbett, J.J., Winebrake, J.J., Green, E.H., Kasibhatla, P., Eyring, V., & Lauer, A. (2007). *Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment*. Environmental Sci. Technol. American Chemical Society published on Web, 11/05/2007.
- Fortum Oyj (2002). Raskaan polttoöljyn käyttöopas.
- Hellén, G. (2003). Guide to diesel exhaust emissions control. *Marine News* 2003:2.
- Hellén, G. (2009). Wärtsilä Oy. Suullinen tiedoksianto.
- Hongisto, M. (2009). Ilmatieteenlaitos. Suullinen tiedoksianto.
- IMO, International Maritime Organization (2007). *Input from the four subgroups and individual experts to the final report of the Informal Cross Government/Industry Scientific Group of Experts*. BLG 12/INF.10 2007.
- IMO, International Maritime Organization (2008). *Report on the outcome of the Informal Cross Government/Industry Scientific Group of Experts established to evaluate the effects of the different fuel options proposed under the revision of MARPOL Annex VI*. MEPC 57/4/57
- IMO, International Maritime Organization (2009). *Prevention of air pollution from ships. Sulphur monitoring for 2008*. MEPC 59/4/1.
- Karhunen, J., R. Pouri & J. Santala (2004). *Kuljetukset ja varastointi - järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet*. Suomen logistiikkayhdistys ry.
- Karvonen, T. (2007). *Aluskustannukset 2006, täydennys. Vaihtoehtoiset laskelmat kontti- ja ro-ro-alusten osalta*. Turun yliopiston Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus.
- Karvonen, T., T. Solakivi & J. Vaiste (2006). *Aluskustannukset 2006. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 2006: 1*.
- Merenkulkulaitos (2007). *Ulkomaan meriliikenteen kuukausitilasto. Joulukuu 2007*.
- Petromedia Ltd. (2009). <www.bunkerworld.com/markets/prices/>
- Scandinavian Shipping Gazette (2009). <<http://www.shipgaz.com/>>
- Suomen Pankki (2009). <www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/valuuttakurssit/>
- Tullihallitus (2009). <www.tulli.fi/fi/05_Ulkomaankauppatilastot/>
- Venäläinen, P. (2008). Suomen konttikuljetukset meritse. *Merenkulkulaitoksen julkaisuja 2008: 4*.

LIITE 1

SO_x scrubber

Technology and economy

Marko Lehikoinen
Wärtsilä Finland Oy
17.3.2009

Technology

Legislation

Global sulphur limits in fuel mass are 4.50 % until 1.1.2012, 3.50 % from 1.1.2012 and 0.50 % from 1.1.2020. Inside emission control areas the limits are 1.50 % until 1.7.2010, 1.00 % from 1.7.2010 and 0.10 % from 1.1.2015. Regulation 14 shall be reviewed and completed by 2018 to determine availability of fuel for compliance with global limit 0.50 % 2020, taking into account market supply and demand, trends in fuel oil market etc. Based on information from group of experts, Parties may decide to postpone date of becoming effective to 1.1.2025.

Fuel type is not regulated which means that both HFO and distillate are permitted. Exhaust gas cleaning is an allowed alternative under Regulation 4 to achieve any regulated limit. Marpol and EU SOx Regulations are shown in table below.

Table: Time schedule for Marpol and EU SOx limits.

When	Ship type	Area	%	Act
19.5.2006	All	Baltic SECA	1.5	Marpol
11.8.2006	All	Baltic SECA	1.5	EU
11.8.2006	Passenger ships	All EU	1.5	EU
11.8.2007	All	North Sea + English Channel SECA	1.5	EU
22.11.2007	All	North Sea + English Channel SECA	1.5	Marpol
1.1.2010	All	All EU ports	0.1	EU
1.7.2010	All	SOx ECAs	1.0	Marpol
1.1.2010	Inland waterway vessels	All EU inland waterways	0.1	EU
1.1.2012	16 Greek ferries	Greek ports	0.1	EU
1.1.2012	All	Globally	3.5	Marpol
1.1.2015	All	SOx ECAs	0.1	Marpol
1.1.2020	All	Globally	0.5	Marpol

IMO Marine Environmental Protection Committee adopted scrubber guideline IMO Resolution MEPC.170(57) in the meeting on 31 March – 4 April 2008 (MEPC 57). Marpol Amended Annex VI and NOx Technical Code were adopted 6-10 October 2008 (MEPC 58), with entry in force 1st July 2010. Tacit acceptance procedure shall follow the Article 16 of the Marpol Convention.

IMO Scrubber Wash Water Guidelines are applied in ports, harbours and estuaries. These guidelines include criteria for the concentration of pH, PAH, turbidity, nitrates and additives. In addition there are different pH criteria for moving and stationary ships. Also washwater monitoring requirements are specified in the text. Scrubber residue reception facilities shall be available in ports.

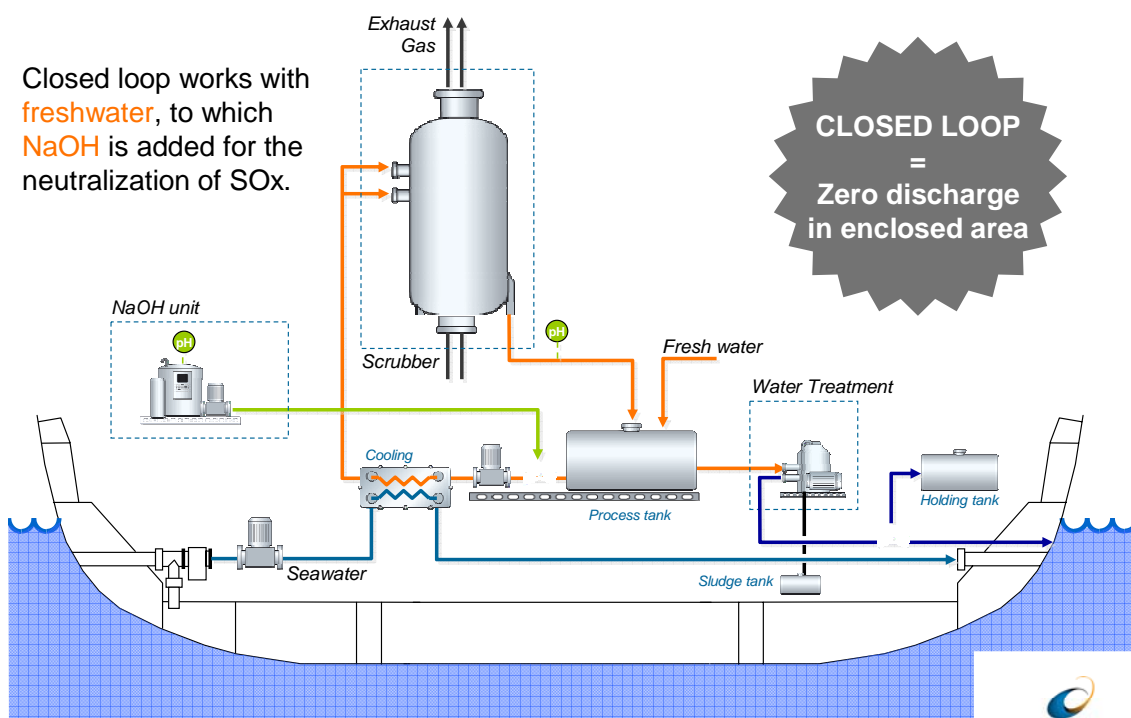
Fresh water scrubber

The working principle of a fresh water scrubber is based on process where acid can be neutralised by using an alkaline chemical. In a scrubber exhaust gas sulphur oxides are removed to wash water, which contains sodium hydroxide (NaOH). As a result chemical sulphur compounds, sulphates are formed from the exhaust gas sulphur. These neutralised products flow to sea through the water treatment process.

Adding the resulting sulphur compounds to seawater is not a problem because seawater contains some 2000 ppm magnesium sulphate and 1200 ppm calcium sulphate (approximately 6 per cent and 4 per cent of the total dissolved solids). This means some 10^{15} tonnes of sulphur in seawater as sulphate overall.

The fresh water exhaust gas scrubber is working on closed-loop principle where scrubbing water is circulated through the system. Only small bleed-off is extracted from the loop, at the same time fresh water and alkali are added to the loop. Flow rate of scrubbing water circulation is related to actual dimensions of scrubbing module and design performance of system. Scrubbing water is buffered in process tank or wet sump for controlling the quality of the solution. This water is circulated with circulation pump from process tank or wet sump via cooling heat exchanger to scrubber and back.

General outlook of Marine Fresh Water Scrubber System



Sea water scrubber

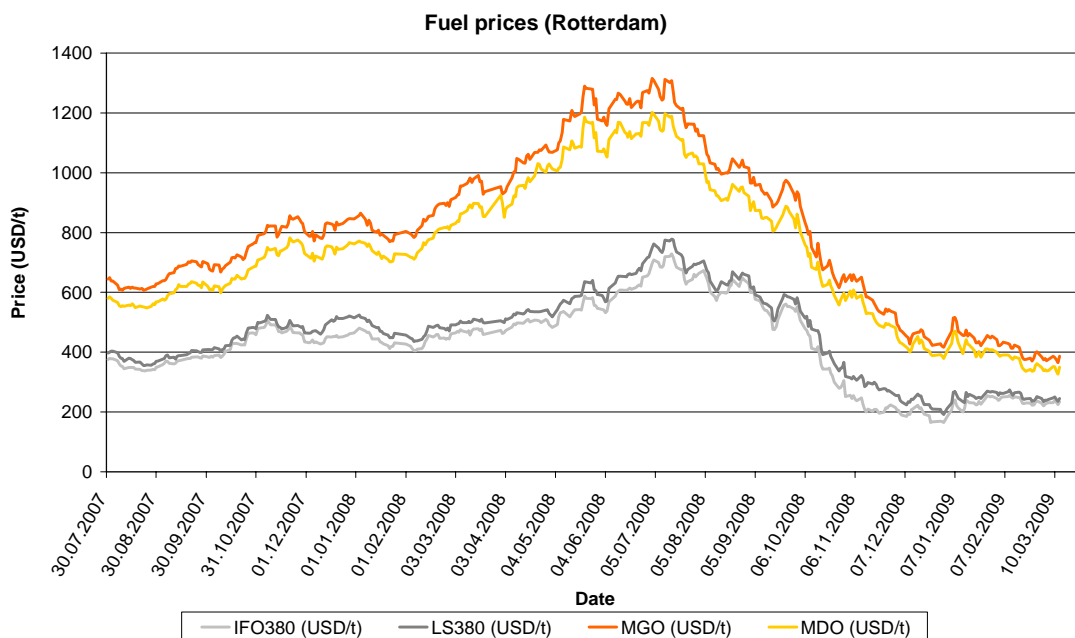
The sulphur removal ability of sea water scrubber is based on the alkaline nature of seawater. As with the fresh water scrubber, sulphur oxide acids of exhaust gas are neutralised and diluted. Additional chemicals are not needed. The effectiveness of sea water scrubbing is in context with the sea water alkalinity which means that some limited water areas are problematic for this type of scrubber. Also the pH of the discharged water can be quite low. For example the Baltic Sea is problematic for sea water scrubbers.

Economy

General

When evaluating the feasibility of a scrubber investment, the fuel price and moreover the price difference between low sulphur fuel and regular heavy fuel oil is the most important factor. The comparison is made between expensive low sulphur fuel fulfilling the regulations, and exhaust gas cleaning with scrubber, making it possible to operate with less expensive regular heavy fuel oil.

The following diagram presents the price behaviour in Rotterdam from mid 2007 until early 2009. It can be seen that the prices were increasing heavily until autumn 2008. Since then prices decreased until the end of 2008. However in the long term it is expected that the fuel oil prices will increase and especially the price of low sulphur fuel due to increasing demand.



Based on the prepared economical studies in Wärtsilä typical Return On Investment (ROI) for customer is in best cases around six months. Typically the ROI has been around two years. When calculating the operating costs the fresh water, NaOH and

maintenance costs have been included in addition to the fuel cost. The power demand of Wärtsilä scrubber in normal conditions varies between 0.4 – 0.6 % of the prevailing engine power. This is also included in the calculations.

In case the compliance is reached by using low sulphur fuel the operating cost is considered only the fuel cost.

The NaOH cost is typically 0.5 – 4 % of the fuel costs. The NaOH price varies a lot depending on the world demand for chlorine as NaOH is side product in the chlorine production process. Fresh water cost is in practice insignificant even when calculating with worst case (bunkering from port).

Case study 1

In the following an example of an economical study is presented. The study is made for product tanker where scrubber installation is considered for main engine (6.3 MW). The interest rate of 3.0 % and investment amortization time of 2 and 10 years is applied.

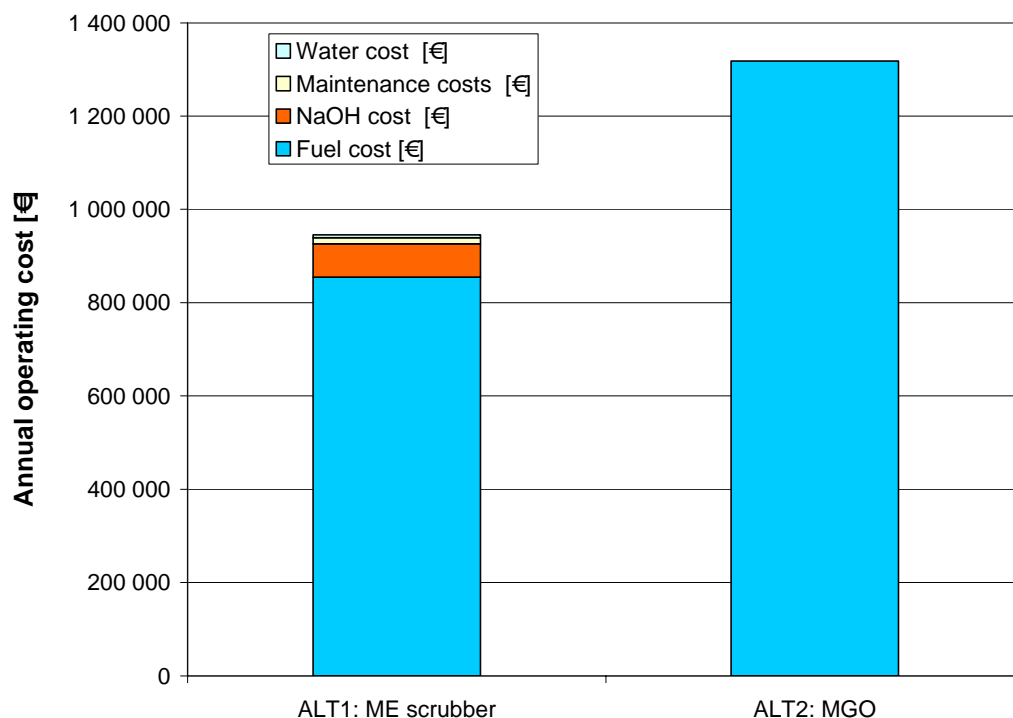
Vessel info:

Power:	Main engine 1 x 6300 kW
Length:	141.20 m
Breadth:	21.60 m

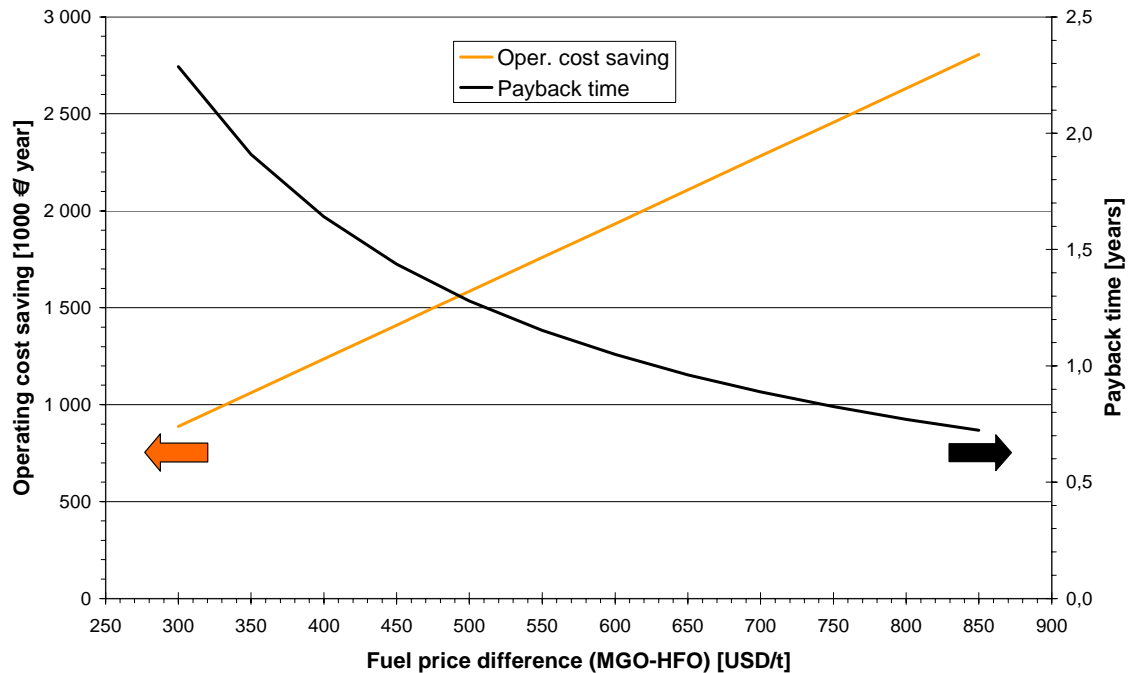
Applied fuel prices (Rotterdam, 16th March, 2009):

Price of HFO [\$/ton]:	226.50
Price of MGO [\$/ton]:	374.00

The annual operating costs are presented in the diagram below.

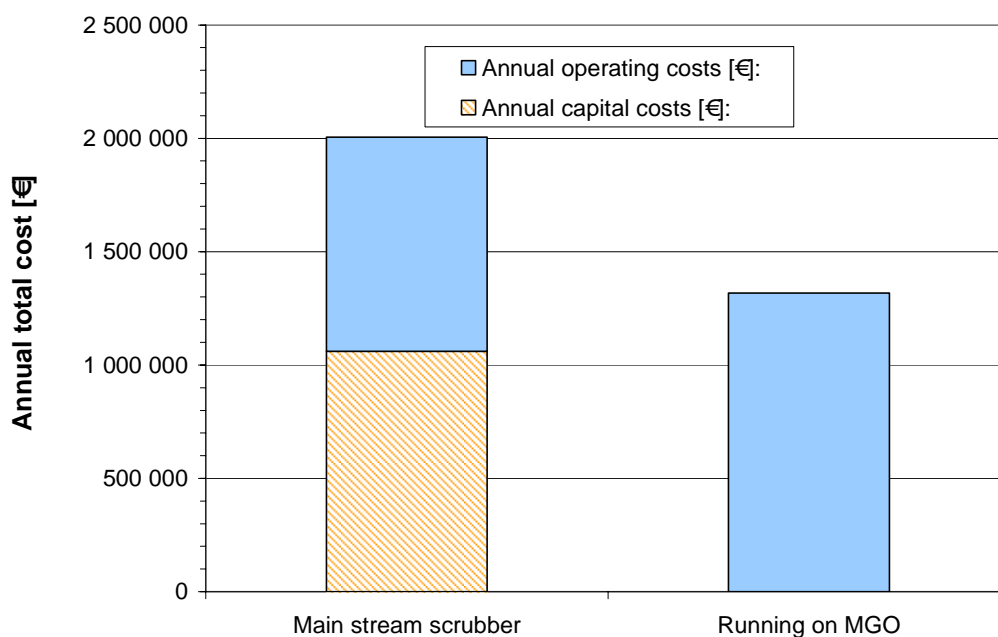


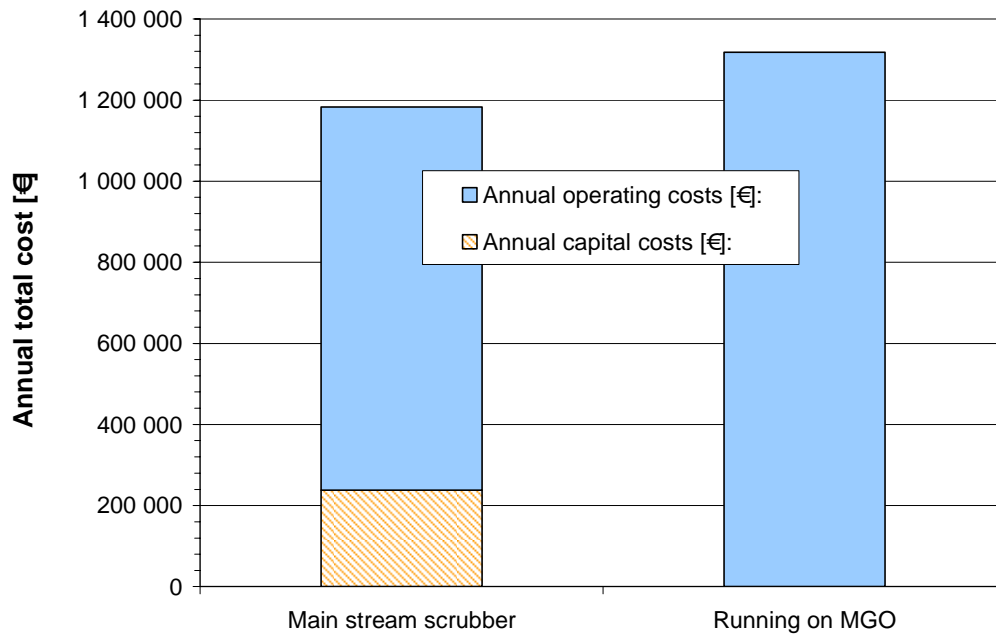
If the price difference between MGO and HFO changes the annual operating cost and payback time changes accordingly. The effect of fuel price difference can be seen in the diagram below. For example, with a possible price difference of 700 USD/t the payback time for the scrubber would be approximately 0.9 years and the annual operating cost savings around 2.2 million EUR.



The investment amortization affects the annual cost as show in the diagrams below.

Annual cost with 3,0% interest and 2 year amortization time



Annual cost with 3,0% interest and 10 year amortization time**Case study 2**

The study is made for car ferry where scrubber installation is considered for all 4 main engines, 5 auxiliary engines and 2 oil-fired boilers. One integrated scrubber is cleaning the exhaust gases from the machinery. The interest rate of 3.0 % and investment amortization time of 2 and 10 years is applied.

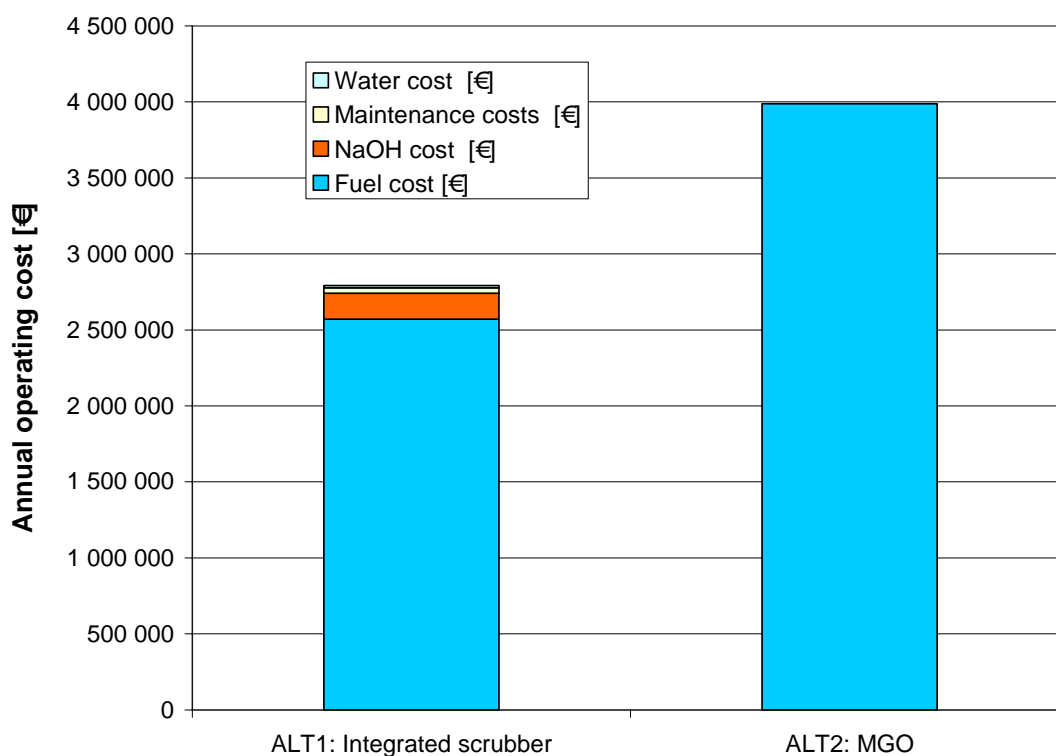
Vessel info:

Power:	Main engines 4 x 6400 kW, auxiliary engines 5 x 990 kW
Length:	154.90 m
Breadth:	28.48 m
Passengers:	2274
Cars:	550

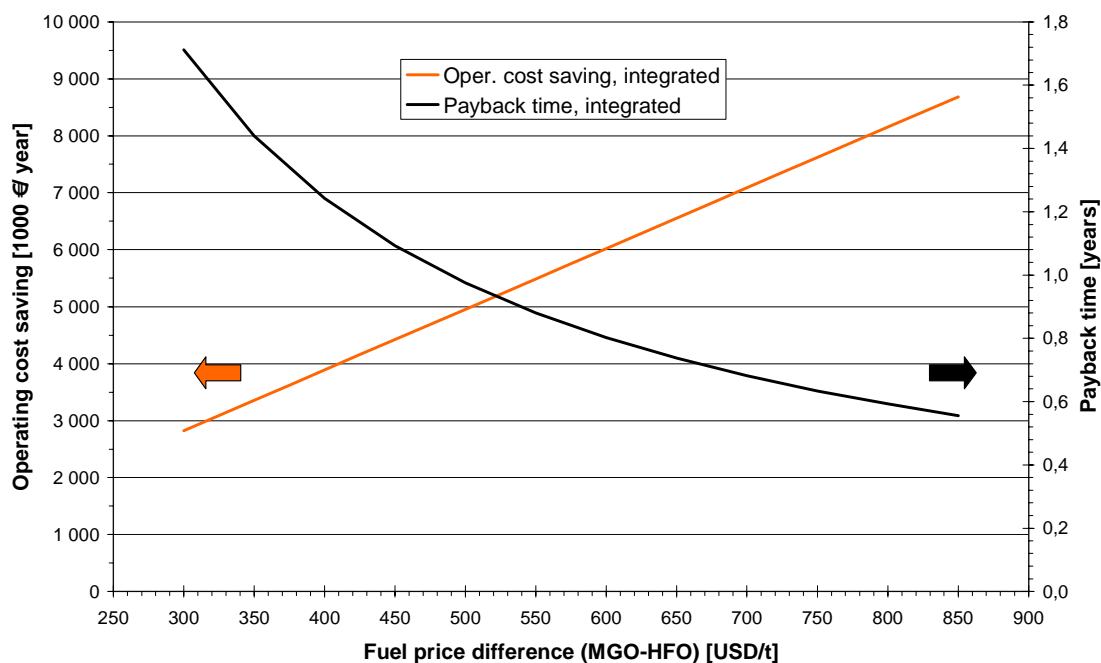
Applied fuel prices (Rotterdam, 16th March, 2009):

Price of HFO [\$/ton]:	226.50
Price of MGO [\$/ton]:	374.00

The annual operating costs are presented in the diagram below.

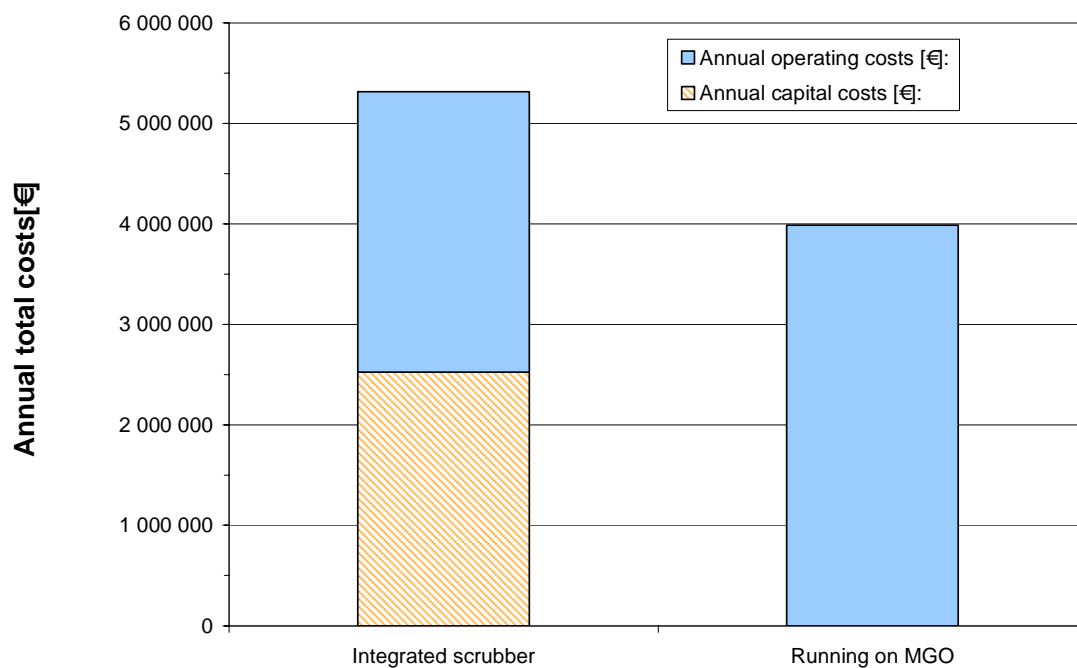


Sensitivity of the fuel price difference can be seen in the diagram below.

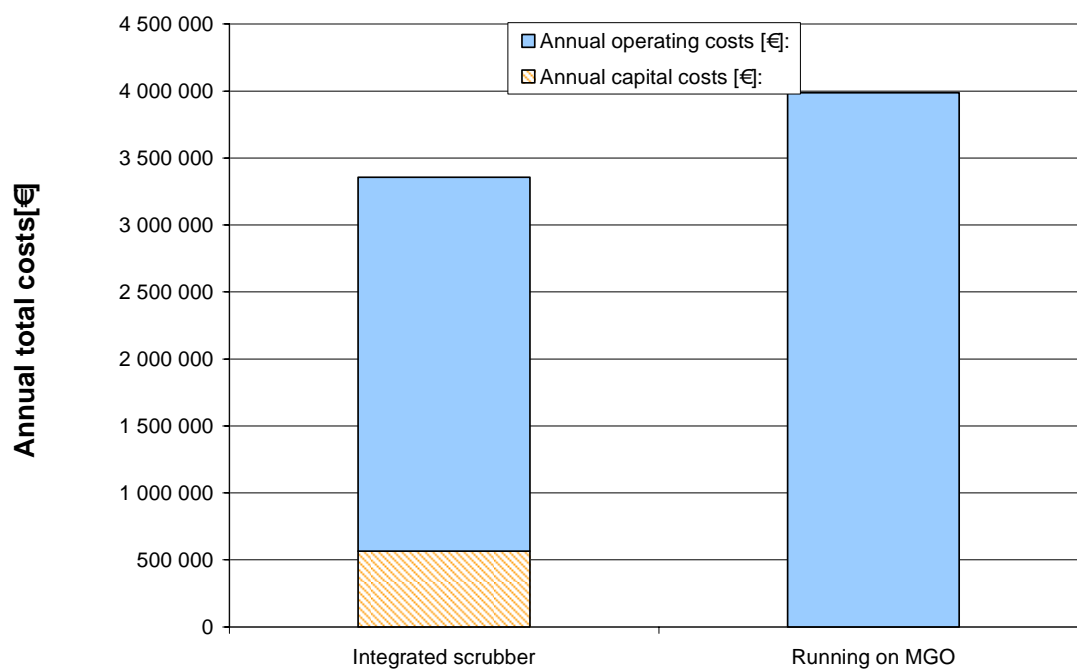


The investment amortization affects the annual cost as show in the diagrams below.

Annual cost with 3,0% interest and 2 year amortization time



Annual cost with 3,0% interest and 10 year amortization time



LIITE 2

Outlook for Marine Bunkers and Fuel Oil to 2025 Sourcing Lower Sulphur Products

Available NOW

Increasing pressure from governments to address the issue of sulphur levels in ships' bunkers has led IMO to agree in October 2008 to a severe cut, phased in over the next 12 to 17 years. This change in bunker quality specification will have profound implications for both the bunker and refining industries since it could imply a widespread switch to burning middle distillates in ships' engines.

Marine and Energy Consulting Ltd and EMC have co-operated to complete this report, which follows on from our previous two bunker studies and provides a detailed assessment of the potential economic and operational implications of these radical new proposals, not only on the bunker market, but also for refining investments, product price differentials and products trade. It also examines the extent to which technology could soften the impact through economically viable abatement systems, such as on-board scrubbers and engine design modifications.

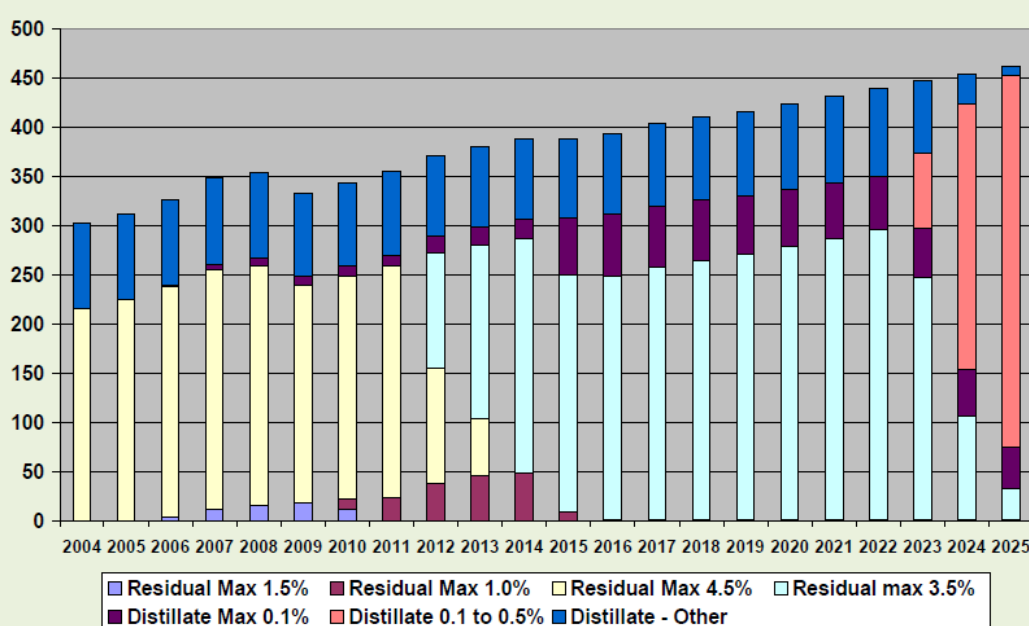
The study provides detailed input to planning and operational issues for all aspects of the interface between the supply and consumption of residual and distillate fuels as bunkers and inland.

Specific topics covered in the study include:

- Proposed future marine emission legislation including possible new Emission Control Areas
- Detailed forecast of the world fleet and its bunker consumption by type and location
- Price projections for low and high sulphur fuel oil and distillate bunkers and the impact on future bunker fuel costs relative to crude oil
- Comparative technical specifications and viability of vessel abatement systems
- A forecast of the prospective world fuel oil demand for, and supply of, low sulphur and high sulphur distillates and fuel oil for inland and marine bunker consumption by main geographical regions
- Considerations as to how the international refining industry will react to the proposed IMO changes, in particular in the context of potential restructuring in the industry
- An evaluation of the feasibility of a switch from residual fuel oil to distillate as bunker fuel in terms of refining investments so as to implement the IMO recommendations within the specified time frame
- Future sourcing of low sulphur residual and distillate fuels

This detailed study examines issues of vital interest to:

- *ship owners*
- *ship charterers*
- *refiners*
- *traders*
- *fuel oil consumers*
- *oil storage operators*
- *engine and lubricating oil manufacturers*
- *legislators*
- *enforcement agencies and*
- *technology providers*



Fee Information

The study is due for completion in November 2008 at a cost per hard copy of £6,500 to new subscribers and £5,250 to previous subscribers.

The authors:

Marine and Energy Consulting Ltd - expert advisers on bunker fuels issues; the firm works closely with suppliers, consumers and legislators such as the EU Commission on new bunker fuels and emission legislation.

Email contact: RMeech@RobinMeech.com

EMC – Energy Market Consultants (UK) Ltd – the FACTS Global Energy Group’s London Office, which specializes in forecasting and analyzing international oil and energy market and refining sector developments.

Email contact: emc@FGEnergyMC.com

Please contact one of the authors to register a subscription or to obtain more information.